

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 3 月 4 日 (04.03.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/018141 A1

- (51) 国際特許分類: B23K 20/12
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010518
(22) 国際出願日: 2003 年 8 月 20 日 (20.08.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2002-239654 2002 年 8 月 20 日 (20.08.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒650-8670 兵庫県 神戸市 中央区東川崎町三丁目 1 番 1 号 Hyogo (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 古賀 信次

(KOGA, Shinji) [JP/JP]; 〒651-1133 兵庫県 神戸市 北区鳴子 1-4-1 2 Hyogo (JP). 犬塚 雅之 (INUZUKA, Masayuki) [JP/JP]; 〒563-0022 大阪府 池田市 旭丘 2-5-1 1 Osaka (JP). 藤本 光生 (FUJIMOTO, Mitsuo) [JP/JP]; 〒651-1132 兵庫県 神戸市 北区南五葉 3-1 1-4-4 3 5 Hyogo (JP). 西田 英人 (NISHIDA, Hidehito) [JP/JP]; 〒651-1233 兵庫県 神戸市 北区日の峰 1-4-1 2 Hyogo (JP). 加納 雄三 (KANO, Yuzo) [JP/JP]; 〒651-1123 兵庫県 神戸市 北区ひよどり台 4-5-5 Hyogo (JP).

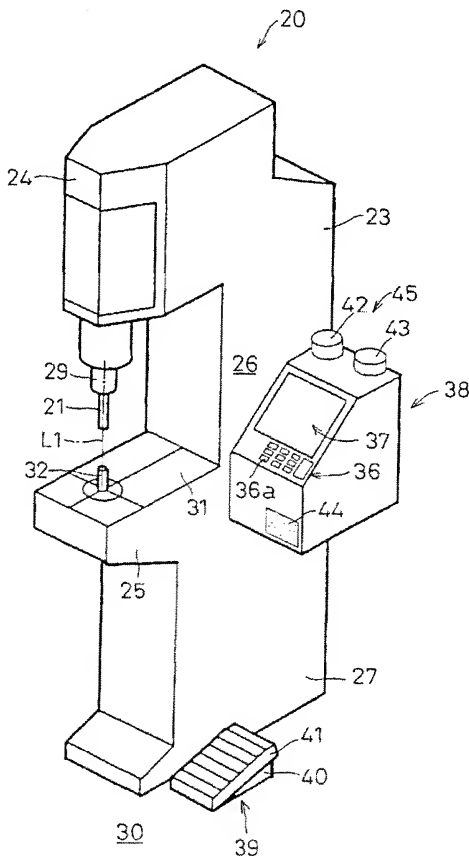
(74) 代理人: 吉武 賢次, 外 (YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒100-0005 東京都 千代田区 丸の内三丁目 2 番 3 号 富士ビル 3 2 3 号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

/続葉有/

(54) Title: FRICTIONAL AGITATING AND CONNECTING DEVICE

(54) 発明の名称: 摩擦攪拌接合装置



(57) Abstract: A frictional agitating and connecting device, comprising a base stand (23) fixed to a predetermined position, a tool holder (29) fitted to the base stand (23) rotatably around a predetermined reference axis (L1) and displaceably along the reference axis (L1) and allowing a connection tool (21) to be fitted thereto, a tool rotatingly driving means for rotatingly driving the tool holder (29) around the reference axis (L1), and a tool displacingly driving means for displacingly driving the tool holder (29) along the reference axis (L1), whereby the size of the device can be reduced, the structure can be simplified, and the workability can be increased.

(57) 要約: 本装置は、予め定められる位置に固定される基台23と、この基台23に、予め定める基準軸線L1まわりに回転自在にかつ基準軸線L1に沿って変位自在に設けられ、接合ツール21が装着されるツール保持具29と、ツール保持具29を基準軸線L1まわりに回転駆動するツール回転駆動手段と、ツール保持具29を基準軸線L1に沿って変位駆動するツール変位駆動手段と、を含む。本装置によれば、装置の小型化・構造の単純化、及び作業性の向上を図ることができる。

WO 2004/018141 A1



ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

摩擦攪拌接合装置

技 術 分 野

本発明は、被接合物を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌接合装置に係わり、特に、被接合物をスポット摩擦攪拌接合する際に好適に用いられる摩擦攪拌接合装置に関する。

背 景 技 術

図25は、従来の技術の摩擦攪拌接合装置1を示す図である。この摩擦攪拌接合装置1は、接合動作を行う接合器2と、接合器2に連結され接合器2を被接合物4に対して位置決めするアーム部3とを含む。接合器2には、基準軸線L1方向に回転自在および基準軸線L1に沿って変位自在に設けられるツール保持具7と、ツール保持具7を回転させる回転モータと、ツール保持具7を基準軸線L1に沿って変位させる変位モータとが設けられる。ツール保持具7には、円柱状の接合ツール5が装着される。アーム部3は、多関節ロボットによって実現され、アーム部3の先端部6が接合器2に連結される。

この従来の摩擦攪拌接合装置1は、アーム部3によって被接合物4に向かって接合器2を移動させる。次に、ツール保持具7に装着された接合ツール5を被接合物4に回転接触させる。これによって被接合物4には、摩擦熱が発生する。摩擦攪拌接合装置1は、この摩擦熱によって被接合物4を流動化させ、被接合物4を攪拌して、被接合物4を構成する2つの接合部材4a、4bのそれぞれの境界部分を混ぜ合わせて接合する。

上述の摩擦熱を利用した接合方法は、摩擦攪拌接合（Friction Stir Welding：略称FSW）と呼ばれている。

従来、摩擦攪拌接合によって接合される被接合物は、大型のものを対象としている。したがって大型の被接合物4を移動させることなく、アーム部3によって接合器2を移動して接合する。

接合器 2 は、回転モータおよび加圧モータを含んで構成される。したがってその質量は大きく、たとえば約 120 kg となる。アーム部 3 は、接合器 2 を支持するために剛性を高くする必要がある。また接合器 2 の移動距離が大きい場合には、アーム部 3 を長くする必要がある。このように摩擦攪拌接合装置 1 は、アームを長くかつその剛性を高くする必要がある、接合器 2 に比べてアーム部 3 の占める割合が大きくなる。これによって外形形状が必然的に大型になるという問題がある。また摩擦攪拌接合装置 1 は、接合器 2 を被接合物 4 まで移動させるための移動空間が必要であり、十分な設置スペースが必要であるという問題がある。

またアーム部 3 によって摩擦攪拌接合装置全体の構造が複雑になり、メンテナンスおよび調整が困難になるという問題がある。また被接合物 4 の形状に応じて、ティーチング動作および接合ツールの交換動作を作業者が行う必要があり作業性が低下するという問題がある。

したがって本発明は、構成を簡略化できるとともに作業性がよく、小型化が可能な摩擦攪拌接合装置を提供することを目的とする。

発 明 の 開 示

本発明による摩擦攪拌接合装置は、予め定められる位置に固定される基台と、前記基台に、予め定める基準軸線まわりに回転自在にかつ前記基準軸線に沿って変位自在に設けられ、接合ツールが装着されるツール保持具と、前記ツール保持具を前記基準軸線まわりに回転駆動するツール回転駆動手段と、前記ツール保持具を前記基準軸線に沿って変位駆動するツール変位駆動手段と、を含むことを特徴とする。

本発明においては、定位置に固定される基台に被接合物が位置決めされるとともにツール保持具に接合ツールが装着される。この状態で、ツール保持具を基準軸線まわりに回転駆動するとともに基準軸線に沿って変位駆動する。ツール保持具に装着された接合ツールを、ツール保持具とともに駆動することによって、接合ツールを被接合物に回転接触させる。これによって被接合物に摩擦熱を生じさせて、被接合物を流動化し、接合ツールを被接合物に埋没させる。被接合物を構成する複数の接合部材のそれぞれの境界部分付近まで接合ツールを埋没させるこ

とで、流動化した各境界部分を攪拌して混ぜ合わせることができる。これによって被接合物を構成する複数の接合部材同士を接合することができる。

このように基台が固定されており、被接合物が基台に位置決めされることによって、従来技術において必要であった上述のアームが不要となる。これによって、装置を小型化し且つその構造を単純化することができ、製造コストを低減することができる。また基台が移動しないので、設置スペースを小さくすることができる。

このように安価でかつ設置スペースが小さい摩擦攪拌接合装置を構成することができるので、中小企業などの資金の少ないおよび小さい設置スペースしか有しない使用者にあっても、摩擦攪拌接合装置を導入することができる。

また基台が固定されることによって、基台の移動位置を調整するティーチング作業を行う必要がなく、接合ツールの交換作業を容易にすることができる。これによって摩擦攪拌接合装置は、被接合物が少量多品種である場合に、作業性が低下することを防止することができる。また基台の移動時に生じるツール保持具の振動をなくすことができる。また、たとえば作業者が被接合物を位置決めすることによって、被接合物の任意の位置を接合することができ、被接合物に応じて接合位置を容易に変更することができ、被接合物に応じた柔軟な対応が可能となる。

またツール回転駆動手段およびツール変位駆動手段は、ツール保持具に駆動力を伝達すればよく、ツール回転駆動手段およびツール変位駆動手段のすべてを基台に設ける必要がない。したがってツール回転駆動手段およびツール変位駆動手段の一部を基台とは別に設けることが可能であり、設計を容易に行うことができる。また基台が移動されずに固定されるので設計上の重量制限が少ない。

また、好ましくは、本発明による摩擦攪拌接合装置は、前記基台に設けられ、被接合物を前記基準軸線に対して位置決めするための位置決め手段をさらに含む。

本発明においては、位置決め手段によって被接合物の基準軸線に対する位置決めが行われる。これによって基台に位置決めされる被接合物の位置ずれを防止することができ、被接合物の位置決め作業を確実にかつ簡単に行わせることができる。

たとえば作業者によって被接合物を移動させる場合には、位置決めすべき位置に対して被接合物がずれて配置されるおそれがあるが、位置決め手段が設けられることによって、被接合物の位置ずれを防止することができる。これによって被接合物を正確に位置決めさせるとともに、被接合物の位置決めに費やされる時間を短縮することができ、単位時間当たりに接合される被接合物の数を増加することができる。

また、好ましくは、本発明による摩擦攪拌接合装置においては、前記位置決め手段は、前記被接合物を保持するための保持手段を前記基台に対して位置決めする。

本発明においては、保持手段が基台に位置決めされることによって、被接合物が基準軸線に対して位置決めされる。したがって位置決めが困難な被接合物であっても、保持手段に保持させた状態で位置決めすることによって、容易に位置決めすることができる。

また被接合物を保持した状態で接合動作を行うことで、被接合物が接合中にずれ、変位および変形することを防止することができる。これによって被接合物の接合品質を向上することができる。

また接合ツールが被接合物に対して回転接触する場合には、被接合物を移動させる力が働くとともに、摩擦熱によって被接合物が高温になるおそれがある。保持手段が被接合物を保持した状態で接合動作を行うことによって、作業者自身が被接合物を保持する必要がある。これによって作業者が回転中の回転ツールに触れてしまう危険をなくし安全性を向上することができる。また作業者自身が被接合物の保持を行うことが困難な場合でも、保持手段によって作業者自身が保持する必要がなく、利便性を向上することができる。

また、好ましくは、本発明による摩擦攪拌接合装置は、前記基台に設けられ、被接合物を保持する保持手段をさらに含む。

本発明においては、基台に設けられる保持手段によって被接合物を保持した状態で、接合動作が行われる。基台に設けられる保持手段は、被接合物を基台に保持する。被接合物を基台に保持した状態で接合動作を行うことで、被接合物が接合中にずれ、変位および変形することを防止することができる。これによって接

合部分の接合品質を向上することができる。

また接合ツールが被接合物に対して回転接触する場合には、被接合物を移動させる力が働くとともに、摩擦熱によって被接合物が高温になるおそれがある。保持手段が被接合物を保持した状態で接合動作を行うことによって、作業者などが被接合物を保持する必要が無く、利便性を向上することができる。

また、好ましくは、本発明による摩擦攪拌接合装置においては、前記保持手段は、前記被接合物の前記基準軸線上の部位を、前記接合ツールと反対側から支持する裏当て部材を有する。

本発明に従えば、被接合物が裏当て部材によって支持された状態で、接合ツールが被接合物に回転接触する。被接合物の基準軸線上の部位は、接合ツールによって押圧されても、接合ツールが押圧する部分の裏側部分が裏当て部材によって支持されているので、変形することが防止される。これによって被接合物の変形に起因する接合不良を防止することができ、接合品質を向上することができる。

また、好ましくは、本発明による摩擦攪拌接合装置においては、前記保持手段は、前記基台および前記ツール保持具に対して前記基準軸線に沿って変位自在に設けられる第1挟持片と、前記第1挟持片を前記基準軸線に沿って変位駆動する挟持片変位駆動手段と、前記裏当て部材よりも突出する突出位置および前記裏当て部材よりも退避する退避位置とにわたって前記基準軸線に沿って変位自在に設けられ、前記被接合物を前記第1挟持片と協働して挟持するための第2挟持片と、前記第2挟持片に対して前記突出位置に向かうばね力を与えるばね力発生手段と、を有する。

本発明においては、突出位置にある第2挟持片に被接合物が配置された状態で、挟持片駆動手段によって、第1挟持片を第2挟持片に向かって変位駆動する。これによって第1挟持片と第2挟持片との間の間隔が狭まり、第1挟持片が被接合物に当接する。さらに第2挟持片に与えられるばね力に抗して第1挟持片を裏当て部材に向けて変位駆動すると、第1挟持片と第2挟持片とによって被接合物を挟持することができる。

第1および第2挟持片によって被接合物を挟持した状態で、さらに第1挟持片を裏当て部材に向けて移動させることによって、被接合物を裏当て部材に向けて

移動させることができ、被接合物を裏当て部材に支持させることができる。

このように被接合物を第1および第2挟持片によって挟持した状態で、接合作を行うことによって、被接合物を保持した状態で接合作を行うことができる。また裏当て部材で被接合物を支持することによって、被接合物の変形を防止した状態で接合作を行うことができる。これにより、被接合物が接合中に変形およびずれることを防止することができ、接合品質を向上させることができる。また接合が終了すると第1挟持片を被接合物から離反させるように挟持片駆動手段が動作することによって、第1挟持片が第2挟持片から離れ、被接合物の保持状態を容易に解除することができる。このように被接合物の保持およびその解除を容易に切り換えることができ、接合作業を短時間で行うことができる。

また、好ましくは、本発明による摩擦攪拌接合装置においては、前記第1挟持片は、前記基準軸線に対してその中心軸線が同軸となるように形成されており、前記第2挟持片は、前記基準軸線に対してその中心軸線が同軸となるように形成されており、前記第1挟持片の先端面と前記第2挟持片の先端面とで前記被接合物が挟持される。

また、好ましくは、前記第1挟持片及び前記第2挟持片は筒状若しくは中空状に形成されている。

また、好ましくは、本発明による摩擦攪拌接合装置においては、前記裏当て部材を前記基準軸線に沿って変位自在に設け、前記ツール変位駆動手段に代えて、前記裏当て部材を前記基準軸線に沿って変位駆動する裏当て部材変位駆動手段を設ける。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施形態としての摩擦攪拌接合装置を示す斜視図である。

図2は、図1に示した摩擦攪拌接合装置を用いた攪拌接合作業を模式的に示す図である。

図3は、図1に示した摩擦攪拌接合装置の電氣的構成を示すブロック図である。

図4は、図1に示した摩擦攪拌接合装置の制御手段の動作手順を示すフローチャートである。

図 5 は、図 1 に示した摩擦撹拌接合装置の接合動作における制御手段の動作手順を示すフローチャートである。

図 6 A 及び図 6 B は、図 1 に示した摩擦撹拌接合装置の接合動作の手順を説明するための断面図である。

図 7 A、図 7 B 及び図 7 C は、図 1 に示した摩擦撹拌接合装置の接合動作の手順を説明するための断面図である。

図 8 は、図 1 に示した摩擦撹拌接合装置の接合位置確認動作における制御手段の動作手順を示すフローチャートである。

図 9 は、図 1 に示した摩擦撹拌接合装置における他の作業形態を示す図である。

図 10 は、図 1 に示した摩擦撹拌接合装置におけるさらに他の作業形態を示す図である。

図 11 は、本発明の他の実施形態としての摩擦撹拌接合装置を示す側面図である。

図 12 は、図 11 に示した摩擦撹拌接合装置を示す平面図である。

図 13 は、本発明のさらに他の実施形態としての摩擦撹拌接合装置を示す斜視図である。

図 14 は、図 13 に示した摩擦撹拌接合装置に装着される保持治具を示す斜視図である。

図 15 は、図 13 に示した摩擦撹拌接合装置に装着される保持治具の他の例を示す斜視図である。

図 16 は、図 15 に示した保持治具の挟持体を示す斜視図である。

図 17 は、図 15 に示した保持治具を装着した状態の図 13 に示した摩擦撹拌接合装置を示す斜視図である。

図 18 は、図 17 の切断面線 S-S から見た断面図である。

図 19 は、図 13 に示した摩擦撹拌接合装置に装着される保持治具のさらに他の例を示す斜視図である。

図 20 は、本発明のさらに他の実施形態である摩擦撹拌接合装置を示す斜視図である。

図 21 は、図 20 に示した摩擦撹拌接合装置のテーブル部付近を拡大して示す

断面図である。

図 2 2 A、図 2 2 B 及び図 2 2 C は、図 2 1 に示した保持手段の動作を示す断面図である。

図 2 3 A 及び図 2 3 B は、本発明の実施形態における保持手段とは異なる比較例の保持手段を示す断面図である。

図 2 4 は、上記実施形態の一変形例としての摩擦撹拌接合装置の電氣的構成を示すブロック図である。

図 2 5 は、従来技術の摩擦撹拌接合装置を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

図 1 及び図 2 に示した本発明の一実施形態としての摩擦撹拌接合装置 2 0 は、作業者によって被接合物 2 2 が基台 2 3 に位置決めされた状態で、被接合物 2 2 を摩擦撹拌接合する装置であり、特にスポット接合に用いられる。たとえば摩擦撹拌接合装置 2 0 は、アルミ製の薄厚および中厚製品の製造に用いられ、自動車ボディ、ボックス、意匠構造物およびその他重ね接合物の製造に用いられる。

摩擦撹拌接合装置 2 0 は、円柱状の接合ツール 2 1 を被接合物 2 2 に回転接触させるとともに押圧し、接合ツール 2 1 と被接合物 2 2 とに摩擦熱を生じさせる。次に、摩擦熱によって被接合物 2 2 を流動化させ、接合ツール 2 1 を被接合物 2 2 に埋没させる。接合ツール 2 1 は被接合物 2 2 を構成する複数の接合部材 2 2 a, 2 2 b のそれぞれの境界部分付近まで埋没する。この状態で接合ツールが流動化した被接合物 2 2 を撹拌することによって、接合部材 2 2 a, 2 2 b の境界部分を混ぜ合わせ、接合部材 2 2 a, 2 2 b 同士を接合する。

摩擦撹拌接合装置 2 0 の基台 2 3 は、予め定められる定位置に設置される。基台 2 3 は、接合ツール 2 1 を着脱自在に装着するツール保持具 2 9 が設けられるヘッド部 2 4 と、ヘッド部 2 4 に対して間隔をあけて対向するテーブル部 2 5 と、ヘッド部 2 4 とテーブル部 2 5 とをともに支持するコラム部 2 6 と、コラム部 2 6 に連なり設置位置に固定されるベース部 2 7 とを含む。

本実施形態では、ベース部 2 7 は、固定位置である床 3 0 の設置部分に固定される。またコラム部 2 6 は、ベース部 2 7 から上方に向かって垂直に延びる。ま

たヘッド部 24 およびテーブル部 25 は、コラム部 26 から水平方向に突出する。

ヘッド部 24 に設けられるツール保持具 29 は、予め定める基準軸線 L1 まわりに回転自在に設けられるとともに、基準軸線 L1 に沿って変位駆動自在に設けられる。たとえば予め定める基準軸線 L1 は、鉛直方向に延び、ツール保持具 29 の中心軸線を通過する。ヘッド部 24 には、ツール保持具 29 を駆動するための駆動力伝達機構を備え、後述するツール回転駆動手段 34 (図 3) およびツール変位駆動手段 35 (図 3) からの駆動力がツール保持具 29 に与えられる。

テーブル部 25 は、基準軸線 L1 に垂直でかつツール保持具 29 に対向する対向面 31 を有する。またテーブル部 25 には、ツール保持具 29 に向かって対向面 31 から突出する裏当て部材 32 が形成される。裏当て部材 32 は、たとえば円筒状に形成され、その中心軸線が基準軸線 L1 と同軸に配置される。

摩擦攪拌接合装置 20 には、ツール保持具 29 を基準軸線 L1 まわりに回転駆動するツール回転駆動手段 34 と、ツール保持具 29 を基準軸線 L1 に沿って変位駆動するツール変位駆動手段 35 とが設けられている。本実施形態では、各駆動手段 34, 35 は、基台 23 に内蔵されて、たとえばサーボモータを含んで実現される。各駆動手段 34, 35 は、ヘッド部 24 に設けられる駆動力伝達機構を介してツール保持具 29 を駆動する。

また摩擦攪拌接合装置 20 は、摩擦攪拌接合を行うための接合条件が入力される入力部 36 と接合条件を表示する表示部 37 とを含むコントローラ 38 と、作業員からの接合開始指令を出力する操作ペダル 39 とが設けられる。入力部 36 は、複数のボタン 36a を有する。入力部 36 は、これらの各ボタン 36a が操作されることによって、作業員からの条件を出力する。

コントローラ 38 は、作業員が操作および視認しやすい位置に設けられる。たとえばコントローラ 38 は、基台 23 に対して隣接して設けられ、作業員が接合作業を行うにあたって、作業員が手を伸ばして届く範囲で、かつ接合作業中に操作入力部 36 を操作しても危険が及ばない接合ツール 29 の変位領域から離れた位置に設けられる。

またコントローラ 38 は、摩擦攪拌接合装置の動作状態を報知する報知手段 45 を有する。報知手段 45 は、たとえば接合動作終了時に点灯する終了ランプ 4

2、接合動作エラー時に点灯するエラーランプ 4 3、および接合動作状態を放音するスピーカ 4 4を含む。

また操作ペダル 3 9は、床 3 0に設置される底部 4 0と、板状に形成され上下方向に変位可能に設けられる足踏み部 4 1とを有する。足踏み部 4 1は、ばねなどによって上方に向かうばね力が与えられる。操作ペダル 3 9は、足踏み部 4 1が作業者によって踏まれて下方に変位することによって接合開始指令信号を出力する。また作業者が足踏み部 4 1から足を離すことによって上方に変位して、接合停止指令信号を出力する。

図 3は、摩擦攪拌接合装置 2 0の電氣的構成を示すブロック図である。摩擦攪拌接合装置 2 0は、摩擦攪拌接合装置 2 0を構成する各手段を制御する制御手段 4 6さらに有する。

ツール回転駆動手段 3 4は、制御手段 4 6から与えられる信号に基づいて、回転速度および回転時間などを決定し、ツール保持具 2 9を回転駆動する。またツール回転駆動手段 3 4は、定められた回転速度でツール保持具 2 9を回転させるために必要な負荷トルクを検出し、負荷トルクを示す信号を制御手段 4 6に与える。負荷トルクは、たとえばツール回転駆動手段 3 4を構成する回転モータに流れる負荷電流に基づいて求められる。またツール回転駆動手段 3 4は、接合中の状態、たとえば回転速度を示す信号を制御手段 4 6に与えてもよい。制御手段 4 6は、接合動作中の回転速度および負荷トルクを表示部 3 7に与え、その値を表示させてもよい。

ツール変位駆動手段 3 5は、制御手段 4 6から与えられる信号に基づいて、変位速度および変位時間などを決定し、ツール保持具 2 9を変位駆動する。またツール変位駆動手段 3 5は、定められた変位速度でツール保持具 2 9を変位させるために必要な負荷トルクを検出し、負荷トルクを示す信号を制御手段 4 6に与える。負荷トルクは、たとえばツール変位駆動手段 3 5を構成する変位モータに流れる負荷電流に基づいて求められる。またツール変位駆動手段 3 5は、接合中の状態、たとえば変位速度を示す信号を制御手段 4 6に与えてもよい。制御手段 4 6は、接合動作中の変位速度および負荷トルクを表示部 3 7に与え、その値を表示させてもよい。

入力部 36 は、作業者から入力された摩擦攪拌接合動作に係る接合条件を出力し、制御手段 46 に与える。また制御手段 46 は、接合条件を表示部 37 に与え、表示部 37 に表示させる。表 1 および表 2 は、接合条件の一例を示す表である。

[表 1]

	接合時間 (s)	加圧力 (N)	回転速度 (r p m)
1 段目条件	0. 5	4 0 0 0	3 0 0 0
2 段目条件	1. 0	3 5 0 0	2 5 0 0
3 段目条件	0. 3	2 0 0 0	3 0 0 0

[表 2]

	接合時間 (s)	下降速度 (mm/s)	回転速度 (r p m)
1 段目条件	0. 5	5. 0	3 0 0 0
2 段目条件	1. 0	0. 5	2 5 0 0
3 段目条件	0. 3	0. 0	3 0 0 0

たとえば表 1 に示すように、接合条件は、接合時間、加圧力および回転数の 3 つの条件である。また表 2 に示すように、加圧力に代えてツール保持具 29 の下降速度を条件として定義してもよい。

接合時間は、ツール保持具 29 が、設定される加圧力または下降速度でかつ、設定される回転速度で回転する時間である。加圧力は、ツール保持具 29 が裏当て部材 32 に向かう方向に押付けられる圧力であり、下降速度は、ツール保持具 29 が裏当て部材 32 に向かって進行する速度である。回転速度は、ツール保持具 29 が軸線まわりに回転する速度であり、たとえば 1 分間あたりの回転数によって設定される。

表 1 および表 2 に示すように、接続条件は、多段に設定可能である。すなわち時間経過とともに、加圧力、下降速度および回転速度を変更可能に設定される。

また接合後にツール保持具 2 9 が被接合物 2 2 から離反する速度と、その時の回転速度が入力されてもよい。

表 3 は、被接合物 2 2 の板厚の一例を示す。また入力部 3 6 から制御手段 4 6 に被接合物 2 2 の板厚が入力されてもよい。被接合物 2 2 の条件として、たとえば 3 枚の被接合部材を接合する場合、ツール保持具 2 9 側の上板の上板厚、上板の裏当て部材 3 2 側に隣接する中板の中板厚および中板の裏当て部材 3 2 側に隣接する下板の下板厚が入力されて、被接合物 2 2 の総板厚が設定されてもよい。ただし被接合物 2 2 を構成する被接合部材の枚数は 3 枚に限定されず、被接合部材の枚数に応じて被接合物 2 2 の総板厚が設定される。

[表 3]

被接合物	上板厚(mm)	中板厚(mm)	下板厚(mm)	総板厚(mm)
	1. 0	1. 2	1. 2	3. 4

表 4 に接合ツール 2 1 のピン形状を示す。また入力部 3 6 から制御手段 4 6 に接合ツール 2 1 の形状を入力してもよい。たとえば接合ツール 2 1 は、図 6 A 及び図 6 B に示したように、円柱状に形成され、先端部に平坦なショルダー面 5 2 を有するツール本体部 5 0 と、ショルダー面 5 2 から突出する円柱状のピン部 5 1 とを有する。ツール本体部 5 0 の中心軸線とピン部 5 1 の中心軸線とは同軸になるように形成される。表 4 に接合ツール 2 1 のピン形状を示す。たとえばこのような接合ツール 2 1 のピン長さおよびピン径が設定される。

[表 4]

接合ツール 条件	ピン長さ(mm)	ピン径 (mm)
	2. 5	3. 0

制御手段 4 6 は、接合条件を記憶するメモリを備えていてもよい。たとえばメ

モリに予め記憶される複数の接合条件のうちのいずれかを作業者が選択し、選択された接合条件に基づいて、制御手段46が他の各手段を制御してもよい。

また操作ペダル45は、出力した接合開始指令信号および接合停止指令信号を制御手段46に与える。制御手段46は、操作ペダル45から与えられた信号と各ツール駆動手段34、35から与えられた信号とに基づいて、報知手段45を制御する。具体的には、制御手段46は、終了ランプ42およびエラーランプ43を点灯および消灯させるとともにスピーカ44によって動作状態を放音する。

図4は、制御手段46の動作手順を示すフローチャートである。制御手段46は、接合ツール21がツール保持具29に装着されるなどの摩擦攪拌接合動作を行うための準備が整うと、ステップa1に進み、動作を開始する。

ステップa1では、制御手段46は、入力部36から摩擦攪拌接合の接合条件が与えられる。制御手段46は、接合条件に応じてツール回転駆動手段34およびツール変位駆動手段35を動作させる指令信号を生成し、ステップa2に進む。

ステップa2では、制御手段46は、操作ペダル39から接合開始指令信号が与えられたか否かを判断する。接合開始指令信号が与えられると、作業者の準備が完了したことを判断し、ステップa3に進む。

ステップa3では、制御手段46は、接合条件に応じて生成した信号をツール回転駆動手段34およびツール変位駆動手段35に与えて、各駆動手段34、34によって接合動作を開始させ、ステップa4に進む。

ステップa4では、制御手段46は、操作ペダル39から接合停止指令信号が与えられたか否かを判断する。接合停止指令信号が与えられると、作業者が装置近傍から離れたことを判断し、ステップa10に進む。また接合停止指令信号が与えられない場合にはステップa5に進む。

ステップa5では、制御手段46は、設定される接合動作時間に基づいて、接合動作が終了したか否かを判断する。接合動作が終了していないと判断するとステップa4に進む。

制御手段46は、接合動作が完了したと判断するまで、ステップa4およびステップa5を繰り返し、接合動作が完了したと判断すると、ステップa6に進む。

ステップa6では、制御手段46は、終了ランプ42を点灯するように制御し、

ステップ a 7 に進む。

ステップ a 7 では、操作ペダル 3 9 から接合停止指令信号が与えられると、作業者が接合動作の終了を認識したと判断し、ステップ a 8 に進む。

ステップ a 8 では、制御手段 4 6 は、終了ランプ 4 2 を消灯するように制御する。終了ランプ 4 2 を消灯すると、ステップ a 9 に進む。

ステップ a 9 では、制御手段 4 6 はその動作を終了する。

またステップ a 4 において、制御手段 4 6 は、接合動作中に操作ペダル 4 6 から接合停止指令信号が与えられると、作業者が装置近傍から離れたと判断し、ステップ a 1 0 に進む。ステップ a 1 0 では、ツール回転駆動手段 3 4 およびツール変位駆動手段 3 5 に非常停止を示す信号を与えて、ツール保持具 2 9 を非常停止させ、ステップ a 1 1 に進む。

ステップ a 1 1 では、制御手段 4 6 は、エラーランプ 4 3 を点灯するように制御し、ステップ a 1 2 に進む。

ステップ a 1 2 では、ツール保持具 2 9 を初期位置に移動するようにツール回転駆動手段 3 4 およびツール変位駆動手段 3 5 に駆動信号を与え、接合ツール 2 1 を初期位置に移動させ、ステップ a 1 3 に進む。

ステップ a 1 3 では、エラーランプ 4 3 を消灯するように制御する。エラーランプ 4 3 を消灯すると、ステップ a 9 に進む。

ステップ a 9 では、制御手段 4 6 は、その動作を終了する。

図 5 は、接合動作における制御手段の動作手順を示すフローチャートである。また図 6 A、図 6 B および図 7 A、図 7 B、図 7 C は、摩擦攪拌接合動作の手順を説明するための断面図であり、図 6 A、図 6 B、図 7 A、図 7 B、図 7 C の順で動作が進む。

制御手段 4 6 は、上述するステップ a 3 で接合動作の開始を指示し、ステップ a 5 で接合動作が終了したか否かを判断する。この間の動作すなわち、接合動作における制御手段 4 6 の動作を図 6 A、図 6 B および図 7 A、図 7 B、図 7 C を参照して説明する。

制御手段 4 6 は、ステップ b 0 で接合動作の開始を判断すると、ステップ b 1 に進み、接合動作における動作を開始する。

ステップb 1では、接合条件に基づいて、ツール保持具29を回転させるようにツール回転駆動手段34に信号を与える。制御手段46は、ツール保持具29を回転させ、ステップb 2に進む。

ステップb 2では、接合条件に基づいて、ツール保持具29を裏当て部材32に近接するようにツール変位駆動手段35に信号を与える。制御手段46は、ツール保持具29を変位させることによって、図6Aに示すように、接合ツール21を回転させた状態で被接合物22に向かって変位させて、ステップb 3に進む。

ステップb 3では、図6Bに示すように、ツール保持具29に装着された接合ツール21の先端部が被接合物22に接触するであろうと推定する時間または推定する変位位置に接合ツール21の先端部が達したときに、被接合物22と接合ツール21のピン部51先端が接触した否かを判断する。

たとえば制御手段46は、接合条件に基づいて、被接合物22に接合ツールが接触するであろうと推定する時間または変位位置を演算する。また制御手段46は、各駆動手段34、35の負荷トルクを示す信号に基づいて、被接合物22と接合ツール21とが接触したと判断する。また制御手段46は、被接合物22と接合ツール21とが接触したことを判断する接触センサなどから与えられる信号によって接触状態を判断してもよい。制御手段46は、接合ツール21が被接合物22に接触していることを判断すると、ステップb 4に進む。

ステップb 4では、接合条件に基づいて、ツール回転駆動手段34およびツール変位駆動手段35を動作する。制御手段46は、接合条件に基づいて、各ツール駆動手段34、35に信号を与え、接合ツール21を被接合物22に埋没させる。

図7Aに示すように、接合ツール21は、被接合物22に回転接触することによって被接合物22に摩擦熱を生じさせる。接合ツール22は、摩擦熱によって被接合物22が流動化した流動部分53を形成する。接合ツール22は、流動部分53を押し分けて裏当て部材32に向かって移動し、被接合物22中に埋没していく。

制御手段46は、たとえば表1に示す接合条件に基づけば、各ツール駆動手段34、35に信号を与え、予め定められる位置まで接合ツール21が埋没すると、

接合ツール 2 1 を回転させた状態で予め定められる加圧力で接合ツールを加圧させ、接合ツール 2 1 の周囲の被接合物 2 2 に形成される流動部分 5 3 を攪拌する。

制御手段 4 6 は、たとえば表 2 に示す接合条件に基づけば、各ツール駆動手段 3 4, 3 5 に信号を与え、予め定められる位置まで接合ツール 2 1 が埋没すると、接合ツール 2 1 を回転させた状態で、その変位移動を停止させ、接合ツール 2 1 の周囲の被接合物 2 2 に形成される流動部分 5 3 を攪拌する。

具体的には、図 7 B に示すように、被接合物 2 2 を構成する接合部材 2 2 a, 2 2 b のうち最も裏当て部材側の接合部材 2 2 b と、裏当て部材側の接合部材 2 2 b よりも裏当て部材 3 2 と反対側にある接合部材 2 2 a とのそれぞれの境界部分付近までピン部 5 1 が達すると、接合ツール 2 1 を回転させた状態で予め定められる加圧力を与えて、流動部分 5 3 を攪拌する。または接合ツール 2 1 を回転させた状態でその変位を停止して流動部分 5 3 を攪拌する。接合ツール 2 1 は、各接合部材 2 2 a, 2 2 b が隣接するそれぞれの領域部分を混ぜ合わせる。制御手段 4 6 は、流動部分 5 3 が十分に攪拌されると、ステップ b 5 に進む。

ステップ b 5 では、制御手段 4 6 は、接合条件に基づいて、ツール回転駆動手段 3 4 およびツール変位駆動手段 3 5 に信号を与え、接合ツール 2 1 を被接合物 2 2 から離反させる。図 7 C に示すように、接合ツール 2 1 は、ツール変位駆動手段 3 5 によって被接合物 2 2 から離反する方向に移動する。制御手段 4 6 は、接合ツール 2 1 が所定位置まで移動したことを判断すると、ステップ b 6 に進む。

ステップ b 6 では、ツール回転駆動手段 3 4 に信号を与え、接合ツール 2 1 の回転を停止させ、ステップ b 7 に進む。

ステップ b 7 では、制御手段 4 6 は、接合動作に係る動作を終了する。

またステップ b 3 において、接合ツール 2 1 が被接合物 2 2 に接触していないことを判断するとステップ b 8 に進む。ステップ b 8 では、制御手段 4 6 は、エラーランプ 4 3 を点灯するように制御し、ステップ a 9 に進む。ステップ a 9 では、制御手段 4 6 は、ツール回転駆動手段 3 4 およびツール変位駆動手段 3 5 に信号を与え、ツール保持具 2 9 および接合ツール 2 1 を予め定める初期位置に移動させる。ツール保持具 2 9 を初期位置に移動させるとステップ b 10 に進む。

ステップ b 10 では、制御手段 4 6 は、エラーランプ 4 3 を消灯するように制

御する。エラーランプ 43 を消灯すると、ステップ b7 に進む。ステップ b7 では、制御手段 46 は、接合動作に係る動作を終了する。

制御手段 46 は、接合動作に係る動作を実行している間に、操作ペダル 39 から与えられる信号の割り込みについて監視しており、接合動作中に操作ペダル 39 から接合停止指令信号が与えられると、前述に示すステップ a10 に進む。また制御手段 46 によるツール保持具 29 の上述する動作は、接合条件によって決定され、接合条件が変更されると制御手段 46 の動作も変更される。

図 8 は、接合位置確認動作における制御手段 46 の動作手順を示すフローチャートである。摩擦攪拌接合装置は、接合位置確認動作を行うことによって、作業者に被接合物 22 に接合が行われる接合位置を確認させることができる。制御手段 46 は、作業者が接合位置確認動作を行うことを示す信号が入力部 36 から与えられると、ステップ c1 に進み、接合位置確認動作における制御手段の動作を開始する。

ステップ c1 では、制御手段 46 は、接合条件に基づいてツール保持具 29 を被接合物 22 に近接するようにツール変位駆動手段 35 に信号を与える。制御手段 46 は、被接合物 22 の板厚、ピン部 51 およびツール部 52 の長さなどに基づいて、接合ツール 21 の変位距離を設定する。接合ツール 21 の変位が完了するとステップ c2 に進む。

ステップ c2 では、接合ツール 21 を被接合物 22 に近接した位置で停止させる。これによって作業者は、被接合物 22 に接合ツール 21 が接触するであろう位置を確認することができる。作業者が接合位置を確認したことを示す信号が入力部に与えられると、制御手段 46 は、ステップ c3 に進む。

ステップ c3 では、制御手段 46 は、ツール保持具 29 を被接合物 22 から離反するようにツール変位駆動手段 35 に信号を与え、ツール保持具 29 を予め定められる初期位置に変位させる。ツール保持具 29 が初期位置に戻るとステップ c4 に進み、制御手段は動作を終了する。上述する制御手段 46 の動作では、ツール保持具 29 を回転せずに動作を行ったが、ツール保持具 29 を回転させてもよい。

以上のように本実施形態の摩擦攪拌接合装置 20 においては、基台 23 が床 3

０に固定されており、摩擦撹拌接合装置２０は、基準軸線Ｌ１に対して位置決めされた状態の被接合物２２に対して接合動作を行う。このため、基台２３を被接合物２２に対して移動させる必要がなく、基台２３を移動させるためのアームを備える必要がない。これによって摩擦撹拌接合装置２０の構成を簡単化および小型化することができ、安価な摩擦撹拌接合装置２０を提供することができる。また基台２３が移動しないので、設置スペースを小さくすることができる。

このように本実施形態の摩擦撹拌接合装置２０は、設置スペースが小さいうえに安価に製造することができるので、摩擦撹拌接合装置２０の導入に必要な初期投資を低減することができる。したがって中小企業などの資金が少ないおよび小さい設置スペースしか有しない使用者にあっても、摩擦撹拌接合装置２０を導入することができる。摩擦撹拌接合装置２０を導入して、摩擦撹拌接合によって被接合物２２を接合することによって、溶融部がなく熱処理合金であっても大きい継手強度を有し、歪および残留応力が少ない接合物を形成することができる。また溶化材が不要であり、また余盛の除去の必要がなく、容易に接合を行うことができる。また接合部分４７の品質が安定した接合物を製造することができる。さらに溶接割れを起こしやすい材質、鋳物、複合材料、異種材質であっても接合することができる。

また作業者が被接合物２２を位置決めして接合動作を行うので、被接合物２２の形状が変更された場合でも、従来のように接合器の移動位置をティーチングする必要がない。したがって被接合物毎に行われる調整作業を少なくすることができ、摩擦撹拌接合装置２０の調整に費やす時間を短縮することができる。特に被接合物２２が少量多品種の場合には、被接合物毎にかかる調整時間を低減して生産効率を向上することができる。

また裏当て部材３２に被接合物２２を支持させた状態で保持することによって、接合ツール接触時に、裏当て部材３２と接合ツール２１とによって被接合物２２の接合部分４７を挟持することができ、被接合物２２の接合部分４７が変形することを防止することができる。また基準軸線Ｌ１が鉛直に配置されることによって、被接合物２２の位置決めを行う作業者は、被接合物２２を裏当て部材３２に乗載するだけでよく、接合中に被接合物２２の自重による力を受けることが

ない。

またコントローラ 38 に接合条件を入力可能であるので、被接合物 22 毎に異なる接合条件で接合作業を行うことができ、接合品質を向上することができる。このコントローラは基台 23 に隣接して設けられ、作業者が接合作業を行うにあたって、作業者が手を伸ばして届く範囲で、かつ接合作業中に操作入力部 36 を操作しても危険がおよばない位置に設けられる。したがって接合中に接合条件を安全に入力することができる。

また制御手段 46 によって、操作ペダル 39 を作業者が足で踏んでいる場合に接合動作が行われるように制御されるので、作業者が基台 23 から離れた場合には接合動作が進行することがなく、無人状態における事故を防止することができる。

また制御手段 46 が接合ツール 21 と被接合物 22 とが接触したか否かを判断することによって、被接合物 22 の位置決め不良を作業者に知らせることができる。位置決め不良は、たとえば被接合物 22 が基台 23 に保持されていない場合、接合位置が設定された位置と異なる場合などである。

また制御手段 46 は、作業者に被接合物 22 に接合が行われる接合位置を確認させる接合位置確認動作を行うことができるので、作業者は接合位置を基準軸線 L1 に正確に合わせることができ、接合位置がずれることを防止することができる。

また作業者は、操作ペダル 39 によって接合動作の開始および終了を指示することができるので、接合動作中に両手で被接合物 22 を保持させた状態で接合動作を行わせることができる。これによって被接合物 22 の保持が不十分になることを防止することができ、接合不良を防止することができる。

また終了ランプ 42、エラーランプ 43 およびスピーカ 44 によって作業者に作業状態を知らせることによって、作業者は作業状態を正確に知ることができ、作業者による誤操作を防止することができる。

図 9 は、摩擦攪拌接合装置 20 における他の作業形態を示す図である。摩擦攪拌接合装置 20 は、作業者によって被接合物 22 が位置決めされなくてもよく、たとえば被接合物 22 を保持するロボット 600 によって基台 23 に対して被接

合物 22 を位置決めしてもよい。たとえばロボット 600 に保持される被接合物 22 が複数の加工装置で順に加工される場合、ロボット 600 に把持させた状態で被接合物 22 を接合することができる。

図 10 は、摩擦撹拌接合装置 20 におけるさらに他の作業形態を示す図である。図 10 に示したように、上述した摩擦撹拌接合装置 20 が複数台設けられてもよい。各摩擦撹拌接合装置 20 には、異なるツール形状の接合ツール 21a, 21b, 21c が装着される。被接合物 22 毎に接合動作を行う摩擦撹拌接合装置 20a, 20b, 20c が選択され、被接合物 22 に応じた接合ツールを装着する摩擦撹拌接合装置によって接合動作が行われる。これによって被接合物 22 に応じて接合ツール 21 を交換する手間をなくし、生産効率を向上することができる。

図 11 は、本発明の他の実施形態である摩擦撹拌接合装置 120 を示す側面図であり、図 12 は、摩擦撹拌接合装置 120 を示す平面図である。図 11 および図 12 に示す摩擦撹拌接合装置 120 は、図 1 に示す摩擦撹拌接合装置 20 に対して、テーブル部以外の構成については同一の構成であり、同一の参照符号を付して説明を省略する。

摩擦撹拌接合装置 120 は、ヘッド部 24 に対して間隔をあけて対向するテーブル部 125 を含む。テーブル部 125 は、テーブル本体部分 125a と、裏当て部材支持部分 125b と、裏当て部材 132 とを備える。テーブル本体部分 125a は、コラム部 26 に連なり、ツール保持具 29 の基準軸線 L1 に向かって突出する。テーブル本体部分 125a のツール保持具 29 と対向する面には、裏当て部材支持部分 125b が設けられる。裏当て部材支持部分 125b は、基準軸線 L1 と垂直な方向でかつ基準軸線 L1 の半径方向に延びる挿通孔 126 が形成される。

裏当て部材 132 は、略 L 字状に屈曲する棒状に形成され、直線状に延びる第 1 部分 133 と、第 1 部分 133 の一端部に連なり、第 1 部分 133 から屈曲する第 2 部分 134 とを有する。第 2 部分 134 は、裏当て部材支持部分 125b の挿通孔 126 に嵌合する。これによって裏当て部材 132 は、裏当て部材支持部分 125b によって支持される。また第 1 部分 133 は、その長手方向に延

びる中心軸線が基準軸線L1と同軸に配置され、第2部分134からツール保持具29に向けて突出する。したがって裏当て部材132の第2部分134がテーブル本体部分125aから基準軸線L1に向かって突出し、第1部分133が第2部分134からツール保持具29に向かって突出する。

またベース部27は、アンカーボルト27aによって床30に着脱可能に連結される。

摩擦撹拌接合時において、作業者またはロボットなどによって挟持されて保持される被接合物22は、裏当て部材132の第1部分133に支持された状態で、接合動作が行われる。

本実施形態による摩擦撹拌接合装置120においても、図1に示した摩擦撹拌接合装置20と同様の効果を得ることができる。さらに裏当て部材133が略L字状に形成されてテーブル本体部分125aから突出しているため、被接合物22を位置決めするにあたって、被接合物22とテーブル本体部分125aとが接触することを防止することができ、テーブル本体部分125aが接合動作を阻害することを防止でき、良好に接合動作を行うことができる。

図13は、本発明のさらに他の実施形態である摩擦撹拌接合装置220を示す斜視図であり、図14は、摩擦撹拌接合装置220に装着される保持治具228を示す斜視図である。

摩擦撹拌接合装置220は、図1に示す摩擦撹拌接合装置20に対してテーブル部以外の構成については同一であり、同一の参照符号を付して説明を省略する。

摩擦撹拌接合装置220においては、被接合物22を保持する保持治具228がテーブル部225に位置決めされた状態で接合動作が行われる。

摩擦撹拌接合装置220の基台23には、ヘッド部24に対して間隔をあけて対向するテーブル部225が設けられている。テーブル部225は、基準軸線L1に垂直でかつツール保持具29に対向する対向面231を有する。またテーブル部225には、保持治具228を位置決めするための位置決め手段が設けられる。本実施の形態では、位置決め手段は、ツール保持具29に向かって対向面231から突出する複数の位置決め凸部233から成る。

図14に示すように保持治具228は、被接合物22を保持する。保持治具2

２８は、テーブル部２２５の対向面２３１に乘載される。保持治具２２８には、基台２３の位置決め凸部２２３に嵌合する位置決め凹所２８０が形成されている。保持治具２２８の位置決め凹所２８０は、基台２３の位置決め凸部２２３に嵌合するように保持治具２２８が位置決めされる。

保持治具２２８は、対向面２３１に乘載され、板状に形成される支持体２５０と、支持体２５０の厚み方向一方Ａ１側の面から突出する固定片２５１と、支持体２５０の厚み方向他方Ａ２に向かう力が与えられる押圧部２６２を有する挟持体２５２とを含む。

支持体２５０の厚み方向一方Ａ１側の面は、被接合物２２が当接する被接合物当接面２５３となる。また支持体２５０の厚み方向他方Ａ２側の面は、テーブル部２２５の対向面２３１に当接する装置当接面２９０となる。テーブル部２５５に設けられる複数の位置決め凸部２３３に嵌合する位置決め凹所２８０が支持体２５０に形成されている。支持体２５０に被接合物２２が配置された状態で、位置決め凸部２３３に位置決め凹所２８０が嵌合するように位置決めされることによって、被接合物２２が基台２３に対して位置決めされた状態になるように、位置決め凹所２８０が形成されている。

固定片２５１は、複数設けられる。固定片２５１は、被接合物２２の形状に応じて設けられる。固定片２５１は、被接合物２２が支持体２５０に対して保持すべき位置に配置された場合に、支持体２５０の厚み方向Ａ１，Ａ２に垂直な方向のうち少なくとも一方向である移動阻止方向Ｂ１側の被接合物２２の面２６０ａ，２６０ｂに当接する。固定片２５１は、被接合物２２と当接し、被接合物２２が移動阻止方向Ｂ１に移動することを阻止する。

本実施形態では、各固定片２５１は、略Ｌ字状に屈曲して延び、被接合物当接面２５３から支持体２５０の厚み方向一方Ａ１に延びる第１部分２５４と、第１部分２５４の端部に連なって移動阻止方向Ｂ１と反対方向Ｂ２に延びる第２部分２５５とから成る。

たとえば被接合物２２を構成する接合部材２２ａ，２２ｂの大きさが異なる場合であって、被接合物２２の移動阻止方向Ｂ１側の面２６０ａ，２６０ｂが多段に形成される場合には、多段の面２６０ａ，２６０ｂのうち移動阻止方向

B 1 に向かって最も突出している面 2 6 0 b に固定片 2 5 1 の第 1 部分 2 5 4 が当接し、最も突出している面 2 6 0 b から移動阻止方向 B 1 と反対方向 B 2 に陥没した面 2 6 0 a には、第 2 部分 2 5 5 の端面であって、第 1 部分 2 5 4 と連なる部分と反対側の端面 2 6 1 が当接する。

また挟持体 2 5 2 は、たとえばトグルクランプによって実現される。トグルクランプは、3つのリンク棒 2 7 0, 2 7 1, 2 7 2 から成るリンク機構を含む。3つのリンク棒 2 7 0, 2 7 1, 2 7 3 は略同一面上で角変位するように配置される。第 1 リンク棒 2 7 0 および第 2 リンク棒 2 7 1 は、一端部 2 7 0 a, 2 7 1 a で角変位するように配置され、互いに交差して配置される。第 3 リンク棒 2 7 2 は、両端部 2 7 2 a, 2 7 2 b が第 1 および第 2 リンク棒 2 7 0, 2 7 1 の長手方向中間部分 2 7 0 b, 2 7 1 b に角変位可能に連結される。第 2 リンク棒 2 7 1 が一端部 2 7 1 a まわりに角変位することによって、直交する第 1 リンク棒 2 7 0 が第 2 リンク棒 2 7 1 の変位方向と同方向に角変位する。

第 1 リンク棒 2 7 0 は、厚み方向 A 1, A 2 に略垂直に配置され、遊端部に押圧部 2 6 2 が設けられる。押圧部 2 6 2 は、被接合物 2 2 の接合が行われる接合部分 4 7 の周囲に臨んで配置される。押圧部 2 6 2 は、たとえば C 字状に形成され、被接合物 2 2 の接合部分 4 7 を中心とする周方向周囲の部分に臨む。また第 1 リンク棒 2 7 0 は、ばね 2 7 3 が連結され、ばね 2 7 3 によって押圧部 2 6 2 が厚み方向他方 A 2 に向かうばね力が与えられる。また第 2 リンク棒 2 7 1 は、厚み方向 A 1, A 2 に略垂直に配置され、作業者が第 2 リンク棒 2 7 1 を把持するための把持部 2 8 1 が遊端部に設けられる。

挟持体 2 8 1 は、自然状態でばね 2 7 3 によって押圧部 2 6 2 に近接した位置に配置される。作業者が把持部 2 8 1 を把持し、押圧部 2 6 2 を支持体 2 5 0 から離反する方向に第 2 リンク棒 2 7 1 を角変位することによって、支持体 2 5 0 と押圧部 2 6 2 とを離して、被接合物 2 2 を支持体 5 0 に当接させるための隙間が形成される。

被接合物 2 2 は、作業者によって、支持体 2 5 0 の被接合物当接面 2 5 3 に当接させられる。被接合物 2 2 は、支持体 2 5 0 の被接合物当接面 2 5 3 に当接させた状態で、移動阻止方向 B 1 から固定片 2 5 1 に向かう方向に移動して位置決

められて、被接合物 22 は固定片 251 に当接する。

この状態で作業者が把持部 281 を支持体 250 に近接する方向に移動させる。押圧部 262 は、ばね 273 の弾性回復力によって、支持体 250 に近接する。押圧部 262 は、被接合物 22 を厚み方向他方 A2 に向かって押圧し、押圧部 262 と支持体 250 によって被接合物 22 が挟持されて、保持される。

被接合物 22 が保持された状態で、保持治具 228 の位置決め凹所 280 が、基台 23 の位置決め凸所 223 に嵌合するように保持治具 228 が位置決めする。これによって被接合物 22 を保持した状態で基台 23 に対して位置決めすることができる。

本実施形態による摩擦撹拌接合装置 220 においても、図 1 に示した摩擦撹拌接合装置 20 と同様の効果を得ることができる。さらに複数の位置決め凸部 233 に保持治具 228 の位置決め凹所 280 を嵌合するようにしたので、作業者が被接合物 22 を基台 23 に移動させて位置決めする際に、被接合物 22 がずれることが防止される。これによって基台 23 に対する被接合物 22 の位置を調整するために費やされる時間を短縮することができ、単位時間当たりに接合される被接合物 22 の数を増加することができる。

また、被接合物 22 を保持する保持治具 228 を基台 23 に対して位置決めすることによって、基準軸線 L1 に対して位置決めされる被接合物 22 を保持した状態で、接合動作を行うことができる。被接合物 22 を保持した状態で接合動作を行うことで、被接合物 22 が接合中にずれ、変位および変形することを防止することができる。これによって被接合物 22 の接合品質を向上することができる。

また接合ツール 21 が被接合物 22 に対して回転接触する場合には、被接合物 22 を移動させる力が働くとともに、摩擦熱によって被接合物 22 が高温になるおそれがある。保持治具 228 が被接合物 22 を保持した状態で接合動作を行うことによって、作業者自身が被接合物 22 を保持する必要が無く、利便性を向上することができる。

また、保持治具 228 には固定片 251 が略 L 字状に形成されているので、被接合物 22 を構成する複数の接合部材 22a, 22b の大きさが異なる場合であっても確実に保持することができる。また保持治具 228 を摩擦撹拌接合装置

２２０に装着した状態で、被接合物２２を保持治具２２８に位置決めして、保持治具２２８によって被接合物２２を保持させてもよい。また保持治具２２８に保持された被接合物２２は、基準軸線Ｌ１に接合部分４７が配置されるように位置決めされるので、被接合物２２の位置決め作業を容易に行うことができる。

また挟持体２５２によって被接合物２２の接合部分４７の周囲を挟持することによって、被接合物２２を構成する複数の接合部材２２ａ，２２ｂの間に隙間が形成されることを防止することができ、また被接合物２２の接合部分４７を支持体２５０に当接させることができる。また接合治具の構成については、図１４に示す構成に限定されず、被接合物２２を保持できる構成であれば他の構成であってもよい。

図１５は、他の例の保持治具３２８を示す斜視図であり、図１６は、保持治具３２８の挟持体３５２を示す斜視図である。

保持治具３２８は、テーブル部２２５の対向面２３１に乘載される。保持治具３２８には、基台２３の位置決め凸部２２３に嵌合する位置決め凹所３８０が形成されている。保持治具３２８の位置決め凹所３８０は、基台２３の位置決め凸部２２３に嵌合され、これにより保持治具３２８が位置決めされる。

保持治具３２８は、対向面２３１に乘載され、板状に形成される支持体３５０と、支持体２５０の厚み方向他方Ａ２に向かって被接合物２２を押圧する押圧部３６２を有する挟持体３５２とを含む。

支持体３５０の厚み方向一方Ａ１側の面は、被接合物２２が当接する被接合物当接面３５３となる。また支持体３５０の厚み方向他方Ａ２側の面は、テーブル部２２５の対向面２３１に当接する装置当接面３９０となる。テーブル部２２５に設けられる複数の位置決め凸部２３３に嵌合する位置決め凹所３８０は支持体３５０に形成されている。支持体３５０に被接合物２２が配置された状態で、被接合物２２が基台２３に対して位置決めされた状態になるように、位置決め凹所３８０が形成される。

支持体３５０には、厚み方向Ａ１，Ａ２に垂直なレール方向Ｃ１，Ｃ２に沿って延びる複数のレール溝３５１が形成される。レール溝３５１は、厚み方向一方Ａ１に開放し、レール方向Ｃ１，Ｃ２に垂直な断面で切断した場合に、厚み方向

一方A 1側に向かうにつれて小さくなる領域が形成される。

たとえばレール方向C 1, C 2に垂直な断面で切断した場合に、レール溝3 5 1は、略逆T 字状に形成される。具体的にはレース溝3 5 1は、開口側に幅狭領域3 5 1 aが形成され、幅狭領域3 5 1 aよりも厚み方向他方A 2側に幅狭領域3 5 1 aよりも広い幅広領域3 5 1 bが形成される。

図1 6に示すように挟持体3 5 2は、被接合物2 2を押圧する押圧部3 6 2と、押圧部3 6 2を挿通するねじ棒3 6 4と、ねじ棒3 6 4に螺着される螺着部3 6 3とを含む。押圧部3 6 2は、ねじ棒3 6 4が挿通するねじ棒挿通孔が形成される挿通部分3 6 2 aと、挿通部分3 6 2 aから挿通孔の軸線に対して垂直に突出する挟持部分3 6 2 bとを有する。ねじ棒挿通孔は、ねじ棒3 6 4の直径よりも大きく形成される。ねじ棒3 6 4は、一端部3 6 4 aにねじ棒挿通孔よりも大きい頭部3 6 5が形成される。また螺着部3 6 3は、ねじ棒3 6 4の他端部3 6 4 bに螺着し、螺進および螺退自在に形成される。螺着部3 6 3は、レール溝3 5 1の幅広領域3 5 1 aに嵌め込まれる。またねじ棒3 6 4は、押圧部3 6 2を挿通し、レール溝3 5 1 aの幅狭領域3 5 1 bを挿通して螺着部3 6 3に螺着する。

ねじ棒3 6 4が回転することによって、螺着部3 6 3がねじ棒の頭部3 6 3に対して近接および離反する。螺着部3 6 3は、レール溝3 5 1に嵌め込まれているのでレール溝3 5 1から抜け出ることがなく、ねじ棒3 6 4が回転することによって、押圧部3 6 2が支持体3 5 0に対して近接および離反する。

図1 7は、保持治具3 2 8を装着した状態の摩擦攪拌接合装置2 2 0を示す斜視図であり、図1 8は、図1 7の切断面線S-Sから見た断面図である。被接合物2 2が支持体3 5 0に乘載された状態で、被接合物2 2の縁辺部に複数の挟持体3 5 2が配置される。挟持体3 5 2は、その押圧部3 6 2の挟持部分3 6 2 aが被接合物2 2の厚み方向一方A 1側の表面に係り止めする。

この状態でねじ棒3 6 4が回転することによって、押圧部3 6 2が支持体3 5 0に向かって移動し、被接合物2 2を支持体3 5 0に押圧する。被接合物2 2を挟持することによって、被接合物2 2が厚み方向A 1, A 2に垂直な方向に移動することを阻止し、保持することができる。また被接合物2 2の形状に応じて押

圧部 3 6 2 の形状を変更することによって、好適に被接合物 2 2 を挟持することができる。保持治具 3 2 8 によって被接合物 2 2 は、位置決めされた状態で保持される。これによって被接合物 2 2 の接合部分 4 7 は、基準軸線 L 1 上に配置される。

保持治具 3 2 8 は、被接合物 2 2 毎に設けられ、被接合物 2 2 を保持した状態で待機する。作業者は、被接合物 2 2 を保持した保持治具 3 2 8 を摩擦攪拌接合装置 3 2 0 に配置し、接合動作を開始させる。接合動作が完了すると保持治具 3 2 8 ごとと取外す。これによって被接合物 2 2 を基台上で位置決めする必要がなく、接合動作を短縮させることができる。また挟持体 3 5 2 をレール溝 3 5 1 に沿ってずらすことによって、大きさの異なる被接合物 2 2 であっても 1 つの保持治具 3 2 8 で保持することができる。

摩擦攪拌接合装置 2 2 0 は、上述する保持治具 3 2 8 が位置決めされた場合であっても、図 1 4 に示す保持治具 2 2 8 が位置決めされた場合と同様の効果を得ることができ、作業者が被接合物 2 2 を保持する必要なく、利便性を向上することができる。このように被接合物 2 2 の種類に応じた保持治具 2 2 8 を設けてもよく、被接合物毎に保持する保持治具 3 2 8 を設けてもよい。また保持治具 3 2 8 に被接合物 2 2 を保持させた状態で保有することによって、接合作業における位置決め作業を短縮することができ、接合作業に費やす時間を短縮することができる。

図 1 9 は、さらに他の保持治具 5 2 8 を示す斜視図である。保持治具 5 2 8 は、被接合物 2 2 に 1 つまたは複数仮止めされる。保持治具 5 2 8 は、被接合物 2 2 の接合位置に臨む位置で、ツール保持具 2 9 と反対側から被接合物 2 2 に接して固定される。保持治具 5 2 8 には、基台 2 3 の位置決め手段に嵌合する嵌合部 5 2 9 が形成される。たとえば基台 2 3 の位置決め手段がテーブル部に形成されるピン穴である場合には、嵌合部 5 2 9 は、ピン穴にはめ込まれる突部が形成される。

被接合物 2 2 に保持治具 5 2 8 が仮止めされた状態で、テーブル部のピン穴に嵌合部 5 2 9 が嵌合するように被接合物 2 2 が位置決めされることによって、被接合物 2 2 が基台 2 3 に対して位置決めされた状態になるように、嵌合部 5 2 9

およびピン穴が形成される。

摩擦撹拌接合装置 220 を用いて、被接合物 22 に仮止めされた保持治具 528 がテーブル部に位置決めされた状態で接合動作が行われる。保持治具 528 は、接合箇所に向く位置で、ツール保持具 29 と反対側から被接合物 22 に接して固定される。これによって接合動作を行うときに、保持治具 528 によって被接合物 22 を接合ツール 21 と反対側から支持することができ、被接合物 22 が変形することを防止して、接合動作を良好に行うことができる。すなわち保持治具 528 によって被接合物を位置決めするとともに、図 1 に示す裏当て部材 32 を用いた場合と同様の効果を得ることができる。

また嵌合部 529 の形状は、テーブル部の位置決め手段に位置決めされる形状であればよく、他の形状であってもよい。

また保持治具 528 が被接合物 22 に当接する面 530 を、被接合物 22 の形状に沿うように形成することによって被接合物 22 が曲面形状であっても、3次元形状であっても、良好に支持することができる。

また上述した他の保持治具 228、328 においても、接合位置に向く位置で、ツール保持具 29 と反対側から被接合物 22 に接して被接合物 22 を支持することによって、裏当て部材 32 を用いた場合と同様の効果を得ることができる。

図 20 は、本発明のさらに他の実施形態としての摩擦撹拌接合装置 420 を示す斜視図であり、図 21 は、この摩擦撹拌接合装置 420 のテーブル部付近を拡大して示す断面図である。この摩擦撹拌接合装置 420 は、図 1 に示した摩擦撹拌接合装置 20 に対して、ヘッド部およびテーブル部以外の構成については、同一の構成であり、同一の参照符号を付して説明を省略する。

摩擦撹拌接合装置 420 の基台 23 は、接合ツール 21 を着脱自在に装着するツール保持具 29 が設けられるヘッド部 424 と、ヘッド部 424 に対して間隔をあけて対向するテーブル部 425 を含む。テーブル部 425 は、基準軸線 L1 に垂直でかつツール保持具 29 に対向する対向面 431 を有する。テーブル部 425 には、対向面 431 からツール保持具 29 に向かって突出する円柱状の裏当て部材 32 が設けられる。さらにヘッド部 424 およびテーブル部 425 には、被接合物 22 を保持する保持手段 428 が設けられる。

保持手段 4 2 8 は、接合物 2 2 を協働して挟持する第 1 挟持片 4 5 0 および第 2 挟持片 4 5 1 と、第 1 挟持片 4 5 0 を変位駆動する挟持片変位駆動手段 4 5 2 と、第 2 挟持片 4 5 1 を弾発的に支持するばね力発生手段 4 5 3 とを含む。

第 1 挟持片 4 5 0 は、基準軸線 L 1 に沿って変位自在にヘッド部 4 2 4 に設けられ、ツール保持具 2 9 の周方向に配置される。挟持片変位駆動手段 4 5 2 は、第 1 挟持片 4 5 0 を変位駆動し、ツール保持具 2 9 および基台 2 3 に対して基準軸線 L 1 に沿って相対的に変位駆動する。挟持片変位駆動手段 4 5 2 は、制御手段 4 6 から与えられる信号に応じて動作する。

第 2 挟持片 4 5 1 は、基準軸線 L 1 方向に沿って変位自在にテーブル部 4 2 5 に設けられ、裏当て部材 3 2 の周方向に配置される。第 2 挟持片 4 5 1 は、被接合物 2 2 が配置されない無負荷状態の初期位置で裏当て部材 3 2 のツール保持具側端面 4 5 5 よりもツール保持具 2 9 に向かって突出し、ばね力発生手段 4 5 3 によって弾発的に支持される。ばね力発生手段 4 5 3 は、第 2 挟持片 4 5 1 を基準軸線 L 1 に沿ってツール保持具 2 9 に向かうばね力を与え、たとえばエアードンパまたは圧縮コイルばねによって実現される。また第 1 挟持片 4 5 0 と第 2 挟持片 4 5 1 とは対向する位置に配置され、基準軸線 L 1 まわりに複数箇所形成されるか、または広範囲にわたって形成されることが好ましい。

本実施形態では、第 1 挟持片 4 5 0 は、ツール保持具 2 9 をその周方向に覆う円筒状に形成される。第 1 挟持片 4 5 0 は、ツール保持具 2 9 と同軸に配置される。第 2 挟持片 4 5 1 は、裏当て部材 3 2 をその周方向に覆う円筒状に形成される。第 2 挟持片 4 5 1 は、ツール保持具 2 9 の軸線と同軸に配置される。第 1 および第 2 挟持片 4 5 0、4 5 1 が円筒形の場合には、第 2 挟持片 4 5 1 の外周径 D 1 が第 1 挟持片 4 5 0 の内周径 D 2 よりも大きく形成され、第 2 挟持片 4 5 1 の内周径 D 3 が第 1 挟持片 4 5 0 の外周径 D 4 よりも小さく形成される。

なお、第 1 および第 2 挟持片 4 5 0、4 5 1 の形状は、円筒形に限られず、その他の中空形状とすることができる。

第 2 挟持片 4 5 1 は、ばね力発生手段 4 5 3 のばね力に抗して基準軸線 L 1 下方に向かって押圧される力が働くと、押圧方向に向かって退避移動する。退避移動する第 2 挟持片 4 5 1 のツール保持具側端面 4 5 4 は、裏当て部材 3 2 のツ

ル保持具側端面 4 5 5 と面一または裏当て部材 3 2 よりもさらに退避した位置に配置される。

図 2 2 A、図 2 2 B 及び図 2 2 C は、保持手段 4 2 8 の動作を示す断面図である。図 2 2 A に示すように、第 2 挟持片 4 5 1 のツール保持具側端面 4 5 4 に被接合物 2 2 が配置される。被接合物 2 2 は、作業者によって接合部分 4 7 が基準軸線 L 1 上に配置するように位置決めされた状態で第 2 挟持片 4 5 1 上に配置される。第 2 挟持片 4 5 1 は、無負荷状態で裏当て部材 3 2 よりも突出した初期位置に置られるので、第 2 挟持片 4 5 1 に配置される被接合物 2 2 は、裏当て部材 3 2 から基準軸線 L 1 方向に間隔をあけて配置される。

接合動作が開始されると、制御手段 4 6 からの信号を受けた挟持片駆動手段 4 5 2 が、裏当て部材 3 2 に向かって第 1 挟持片 4 5 0 を変位駆動する。第 1 挟持片 4 5 0 は、基準軸線 L 1 に沿って裏当て部材 3 2 に向かって変位することによって、第 2 挟持片 4 5 1 上に配置された被接合物 2 2 に当接される。

第 1 挟持片 4 5 0 は、被接合物 2 2 に当接した状態でさらに裏当て部材 3 2 に向かって変位する。第 1 挟持片 4 5 0 は、第 2 挟持片 4 5 1 を弾発的に支持するばね力発生手段 4 5 3 のばね力に抗して変位する。したがって被接合物 2 2 は、第 1 挟持片 4 5 0 および第 2 挟持片 4 5 1 に挟持された状態で裏当て部材 3 2 に向かって移動する。

図 2 2 B に示すように、挟持されて移動する被接合物 2 2 が裏当て部材 3 2 に当接した状態で挟持片駆動手段 4 5 2 は、第 1 挟持片 4 5 0 の変位駆動を停止する。たとえば制御手段 4 6 が、接触センサなどによって被接合物 2 2 が裏当て部材 3 2 に接触したことを判断すると、挟持片駆動手段 4 5 2 に信号を与えて挟持片駆動手段 4 5 2 の動作を停止する。

第 1 および第 2 挟持片 4 5 0、4 5 1 によって協働して挟持することによって被接合物 2 2 を保持するとともに、被接合物 2 2 を基準軸線 L 1 に沿う方向に変位することを防止して、被接合物 2 2 の変形をもたらすような過度の負荷を加えることなく、被接合物 2 2 を裏当て部材 3 2 に支持することができる。このように被接合物 2 2 が変形することなく保持されるとともに裏当て部材 3 2 によって支持された状態で図 5 に示す接合動作が実行される。これによって図 2 2 C に示

すように接合ツール 2 1 が被接合物 2 2 に埋没し、摩擦攪拌接合動作が行われる。

制御手段 4 6 は、接合開始指令信号を受けると、挟持片変位駆動手段 4 5 2 に信号を与えて、第 1 挟持片 4 5 0 を裏当て部材 3 2 に向かって変位させる。制御手段 4 6 は、接触センサまたは挟持片変位駆動手段 4 5 2 からの負荷トルク信号に基づいて、被接合物 2 2 が裏当て部材 3 2 に当接したか否かを判断し、当接したことを判断すると、挟持片変位駆動手段 4 5 2 に信号を与えて、第 1 挟持片 4 5 0 の変位移動を停止する。また制御手段 4 6 は、接合動作が完了したと判断すると、挟持片変位駆動手段 4 5 2 に信号を与え、第 1 挟持片 4 5 0 を裏当て部材 3 2 から遠ざかる方向に移動させる。

図 2 3 A 及び図 2 3 B は、本実施形態の保持手段 4 2 8 とは異なる比較例の保持手段 5 0 0 を示す断面図である。比較例の保持手段 5 0 0 は、軸線方向 L 1 に弾発的に支持されることなく被接合物 2 2 を挟持して保持する。このような構成では、図 2 3 A に示すように、被接合物 2 2 が変形している場合に、被接合物 2 2 を挟持した状態で接合部分 4 7 を裏当て部材 3 2 によって支持することができない。この状態で摩擦攪拌接合が行われると、裏当て部材 3 2 に支持されていない状態で接合ツール 2 1 が被接合物 2 2 に先に接触する。したがって図 2 3 B に示すように、接合部分 4 7 が変形および接合ツール 2 1 が設定値以上に被接合物 2 2 に埋没するおそれがあり、良好な接合を行うことができないという問題がある。

これに対して図 2 1 に示した本実施形態では、第 2 挟持片 4 5 1 が裏当て部材 3 2 のツール保持具側端面 4 5 5 からツール保持具 2 9 に向かって突出するとともに基準軸線 L 1 に沿って弾発的に変位するように構成されており、接触センサなどによって被接合物 2 2 が裏当て部材 3 2 に接触した時点で第 1 挟持片 4 5 0 の移動を停止させることができるので、図 2 3 A 及び図 2 3 B に示すような不具合が生じる事がない。

すなわち、図 2 1 に示した本実施形態においては、被接合物 2 2 を、その変形をもたらすような過度の負荷が加えられていない自然状態の形状に保ちつつ保持した状態で、被接合物 2 2 の接合部分 4 7 を裏当て部材 3 2 に支持させることができる。裏当て部材 3 2 に接合部分 4 7 が支持されることによって、接合部分 4

7が変形することを防止するとともに接合ツール21が設定値とは異なる量だけ被接合物22に埋没することを防止することができ、良好な接合を行うことができる。また第1および第2挟持片450、451によって被接合物22は、保持されているので、接合中に被接合物22を構成する接合部材22a、22bがずれることを防止することができる。

上述した摩擦攪拌接合装置420においても、図1に示す摩擦攪拌接合装置20と同様の効果を得ることができる。さらに保持手段428によって被接合物22を自然状態の形状に保ちつつ保持した状態で接合動作を行うことができる。これによって被接合物22が接合中に変形およびずれることを防止することができる、接合品質を向上することができる。

また第1挟持片450および第2挟持片451によって被接合物22を挟持し、さらに被接合物22を移動させて裏当て部材32に支持させた状態で接合動作を行うことができる。これによって被接合物22の挟持と接合部分47の支持を同時に達成することができ、さらに接合品質を向上することができる。また挟持片駆動手段452によって第1挟持片450を被接合物22に当接および離反させることによって、被接合物22を保持する状態と保持を解除した状態とに移行することができ、保持およびその解除を容易に行うことができる。

また接合部分47および接合ツール21が第1挟持片450および第2挟持片451によって覆われるので、接合時に流動化した被接合物22が飛び散ることを防止することができ、作業者が安全に作業を行うことができる。接合部分47および接合ツール21が覆われて作業状態を目視できなくても、摩擦攪拌接合装置420は、終了ランプ42およびエラーランプ43が接合作業の終了およびエラーを作業者に知らせるので、作業者に作業状態を知らせることができる。

また第1挟持片450および第2挟持片451のそれぞれ対向する部分を可撓性および弾発性を有する材料によって構成することによって、被接合物22の形状誤差が大きい場合であっても隙間なく確実に挟持することができる。また被接合物22の形状に応じて第1挟持片450および第2挟持片451を交換できるように構成しても良い。また第1および第2挟持片450、451は、円筒状に形成する必要はなく、他の形状であってもよい。

またツール保持具 29 及び第 1 挟持片 450 を裏当て部材 32 に向かって付勢するばね力を与えるばね力発生手段を設けることもできる。この場合第 1 挟持片 450 は、無負荷状態でツール保持具 29 よりも裏当て部材 32 に向かって裏当て部材側端面 456 が突出して配置される。第 1 挟持片 450 用のばね力発生手段が第 1 挟持片 450 に与えるばね力は、第 2 挟持片 451 用のばね力発生手段が第 2 挟持片 451 に与えるばね力よりも大きくなるように設定される。第 1 挟持片 450 は、基準軸線 L1 まわりに回転せずにツール保持具 29 とともに基準軸線 L1 に沿って変位駆動される。これによって被接合物 22 を挟持した状態で、被接合物 22 の接合部分 47 が裏当て部材 32 に当接し、上述と同様に接合品質を向上することができる。

上述する各摩擦攪拌接合装置 20, 120, 220, 420 は、本発明の例示に過ぎず発明の範囲内において構成を変更することができる。たとえばツール回転駆動手段 34 およびツール変位駆動手段 35 は、基台 23 から離れた位置に設けられてもよい。また基準軸線 L1 が鉛直な方向に延びるとしたが、鉛直以外の方向に延びてもよい。またツール変位駆動手段 35 は、ツール保持具 29 を基準軸線 L1 に沿って変位駆動してもよく、またツール保持具 29 が設けられるヘッド部 24 を移動可能に構成して基準軸線 L1 に沿って変位駆動してもよい。

また保持治具 228, 238 とテーブル部 225 とを位置決めする位置決め手段は、係合する凹所 280, 380 および凸部 223 がそれぞれ保持治具 228, 328 とテーブル部 225 に設けられるとしたが、凹凸関係を逆転させることもできる。すなわち保持治具 228, 328 に凸部が形成され、テーブル部 225 に凹所が形成されてもよい。また凹所がレール状に形成されてもよい。

また上記実施形態では、接合ツール 21 を装着するツール保持具 29 を回転駆動および変位駆動させたが、一変形例としては、図 1 又は図 13 に示した摩擦攪拌接合装置の構成を一部変更して、接合ツール 21 を装着するツール保持具 29 を回転駆動すると共に、ツール保持具 29 ではなく裏当て部材 32 を基準軸線 L1 に沿って変位駆動するように構成してもよい。

すなわち、この例における摩擦攪拌接合装置は、図 24 (及び図 1) に示したように、ヘッド部 24 に設けられ、回転自在に設けられる接合ツール 21 がテー

ブル部 25 に臨んだ状態で装着されるツール保持具 29 と、このツール保持具 29 を回転軸線まわりに回転駆動するツール回転駆動手段 34 と、テーブル部 25 に設けられ、ツール保持具 29 に近接および離反する変位方向へ変位自在に設けられる裏当て部材 32 と、この裏当て部材 32 を基準軸線 L1 に沿ってに変位駆動する裏当て部材変位駆動手段 35' とを備えた構成である。このような構成にすることによって、ヘッド側にツール変位駆動手段 35 を配置する必要がなく、摩擦攪拌接合装置をさらに小型化することができる。

請 求 の 範 囲

1. 予め定められる位置に固定される基台と、
前記基台に、予め定める基準軸線まわりに回転自在にかつ前記基準軸線に沿って変位自在に設けられ、接合ツールが装着されるツール保持具と、
前記ツール保持具を前記基準軸線まわりに回転駆動するツール回転駆動手段と、
前記ツール保持具を前記基準軸線に沿って変位駆動するツール変位駆動手段と、を含むことを特徴とする摩擦攪拌接合装置。
2. 前記基台に設けられ、被接合物を前記基準軸線に対して位置決めするための位置決め手段をさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載の摩擦攪拌接合装置。
3. 前記位置決め手段は、前記被接合物を保持するための保持手段を前記基台に対して位置決めすることを特徴とする請求項 2 記載の摩擦攪拌接合装置。
4. 前記基台に設けられ、被接合物を保持する保持手段をさらに含むことを特徴とする請求項 1 記載の摩擦攪拌接合装置。
5. 前記保持手段は、前記被接合物の前記基準軸線上の部位を、前記接合ツールと反対側から支持する裏当て部材を有することを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の摩擦攪拌接合装置。
6. 前記保持手段は、
前記基台および前記ツール保持具に対して前記基準軸線に沿って変位自在に設けられる第 1 挟持片と、
前記第 1 挟持片を前記基準軸線に沿って変位駆動する挟持片変位駆動手段と、
前記裏当て部材よりも突出する突出位置および前記裏当て部材よりも退避する退避位置とにわたって前記基準軸線に沿って変位自在に設けられ、前記被接合物を前記第 1 挟持片と協働して挟持するための第 2 挟持片と、
前記第 2 挟持片に対して前記突出位置に向かうばね力を与えるばね力発生手段と、を有することを特徴とする請求項 5 記載の摩擦攪拌接合装置。
7. 前記第 1 挟持片は、前記基準軸線に対してその中心軸線が同軸となるよ

うに形成されており、

前記第2挟持片は、前記基準軸線に対してその中心軸線が同軸となるように形成されており、

前記第1挟持片の先端面と前記第2挟持片の先端面とで前記被接合物が挟持されることを特徴とする請求項6記載の摩擦撹拌接合装置。

8. 前記第1挟持片及び前記第2挟持片は筒状若しくは中空状に形成されていることを特徴とする請求項7記載の摩擦撹拌接合装置。

9. 前記裏当て部材を前記基準軸線に沿って変位自在に設け、

前記ツール変位駆動手段に代えて、前記裏当て部材を前記基準軸線に沿って変位駆動する裏当て部材変位駆動手段を設けたことを特徴とする請求項5乃至8のいずれか一項に記載の摩擦撹拌接合装置。

1 / 23

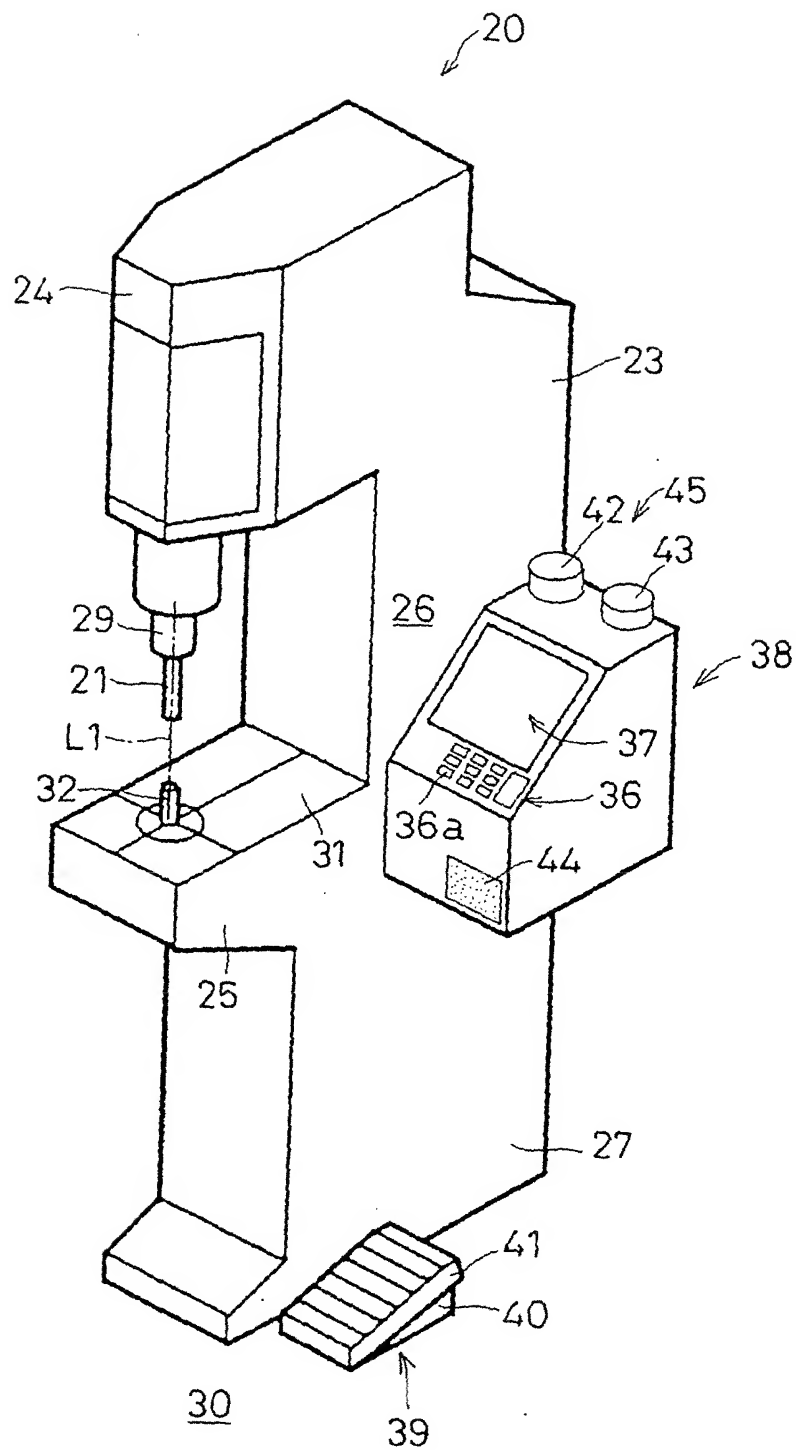


FIG. 1

3 / 23

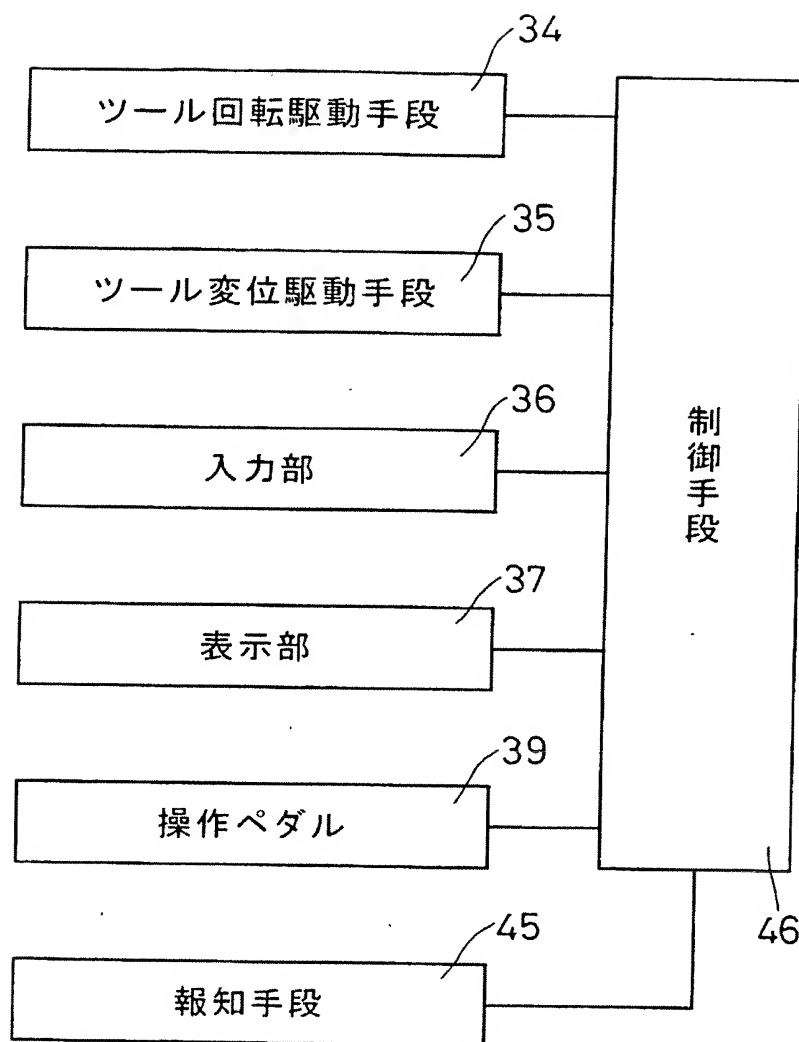


FIG. 3

4 / 23

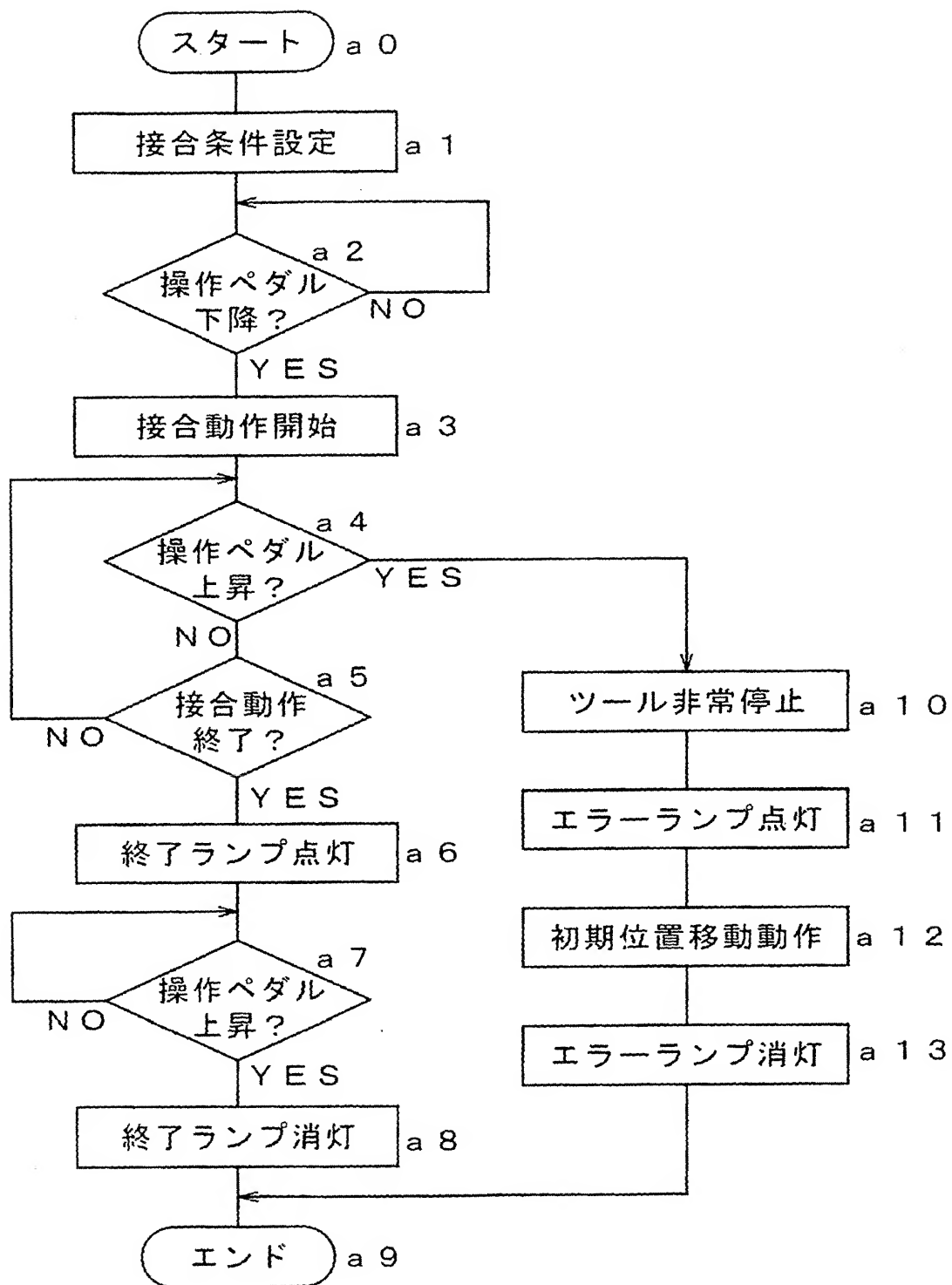


FIG. 4

5 / 23

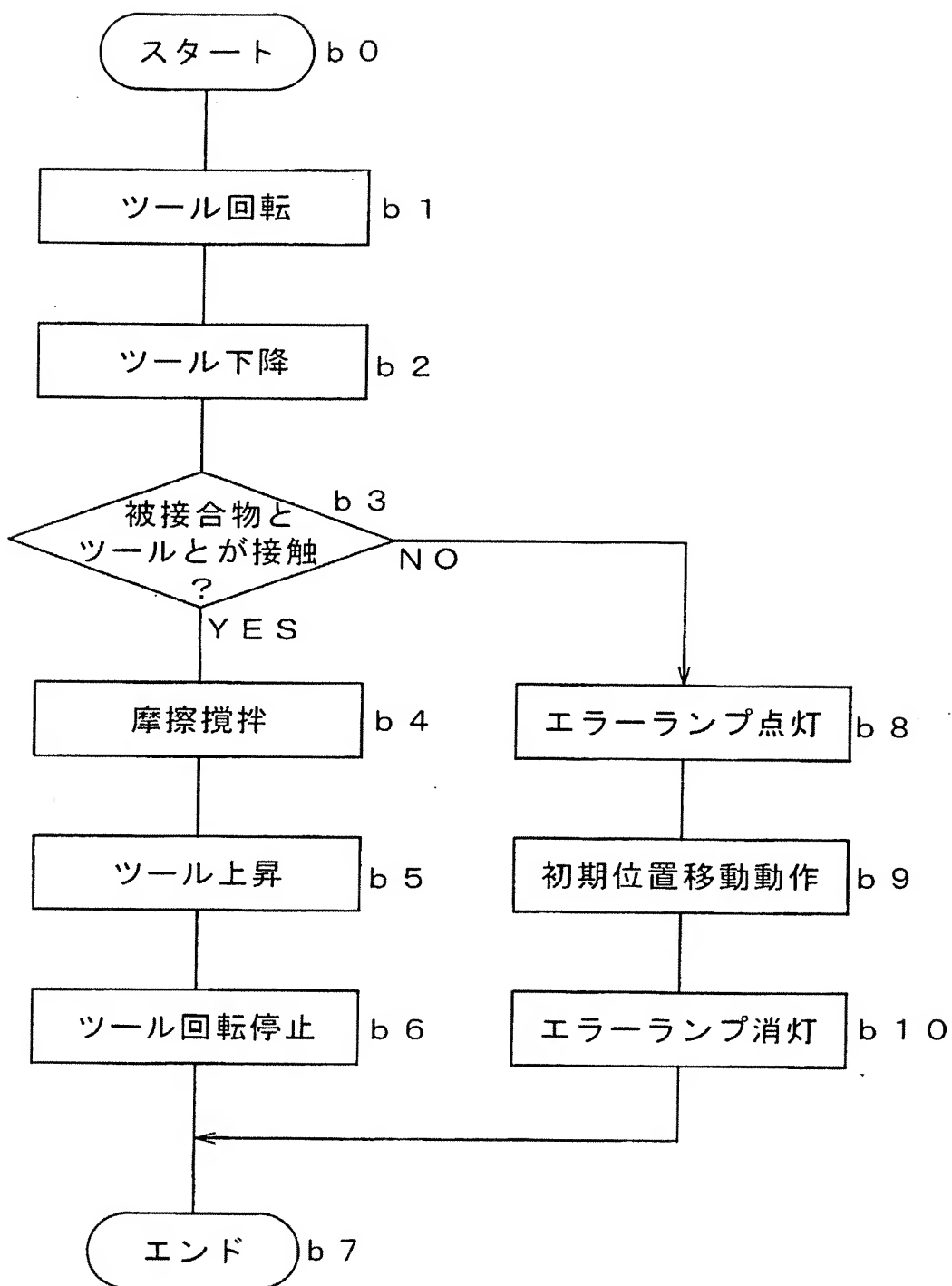


FIG. 5

6 / 23

FIG. 6A

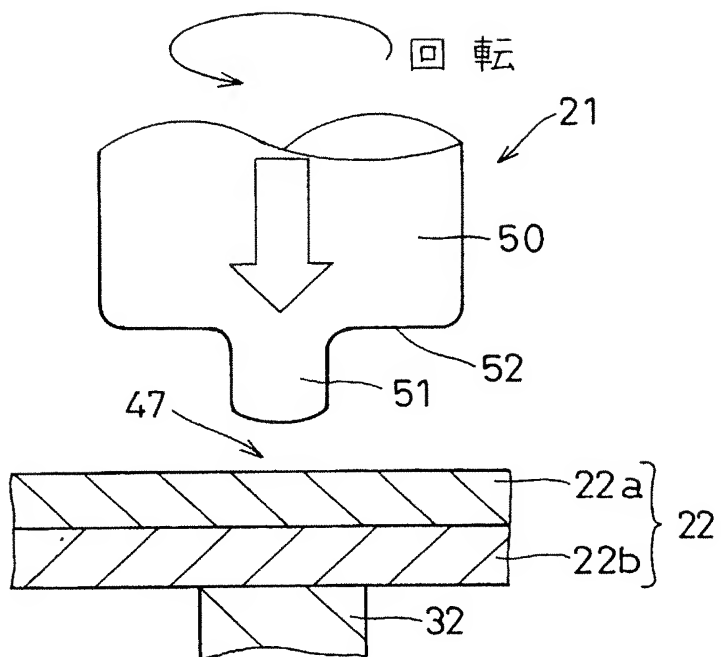
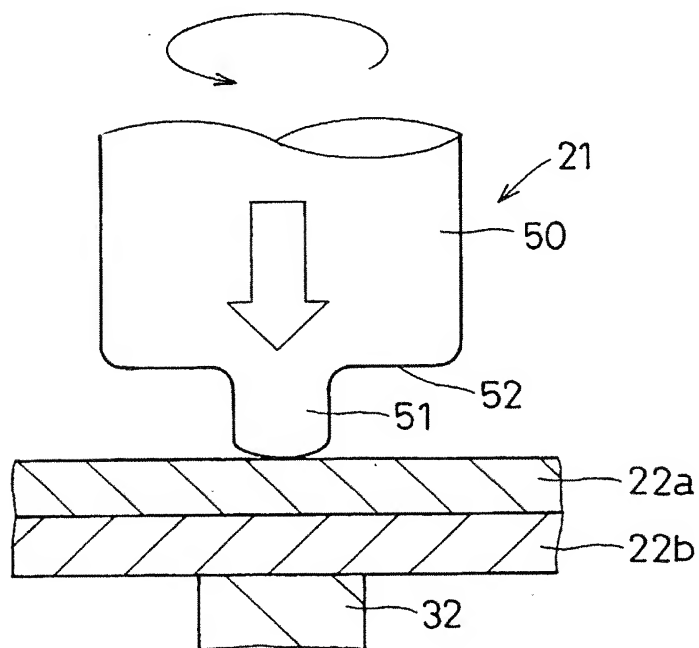


FIG. 6B



7 / 23

FIG. 7A

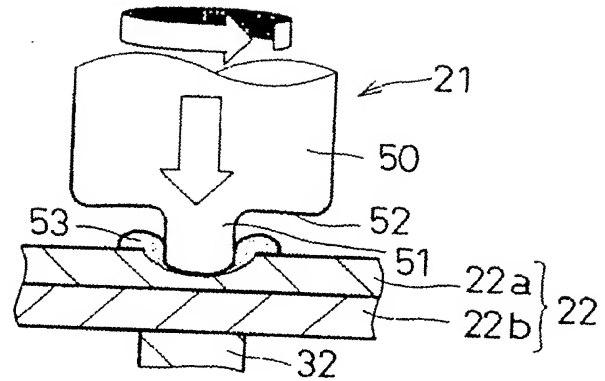


FIG. 7B

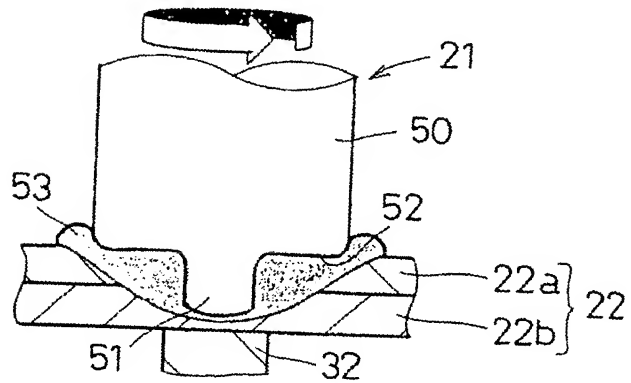
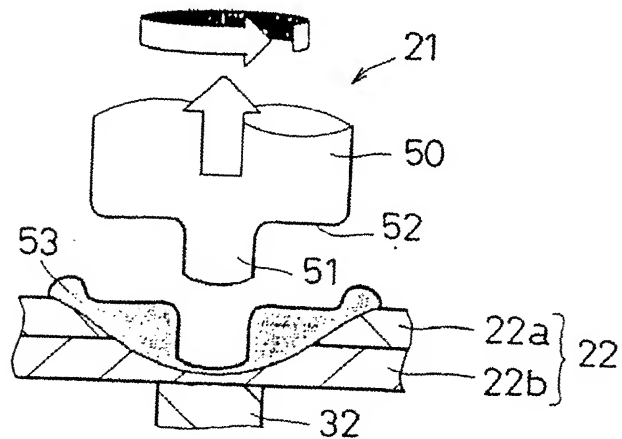


FIG. 7C



8 / 23

FIG. 8

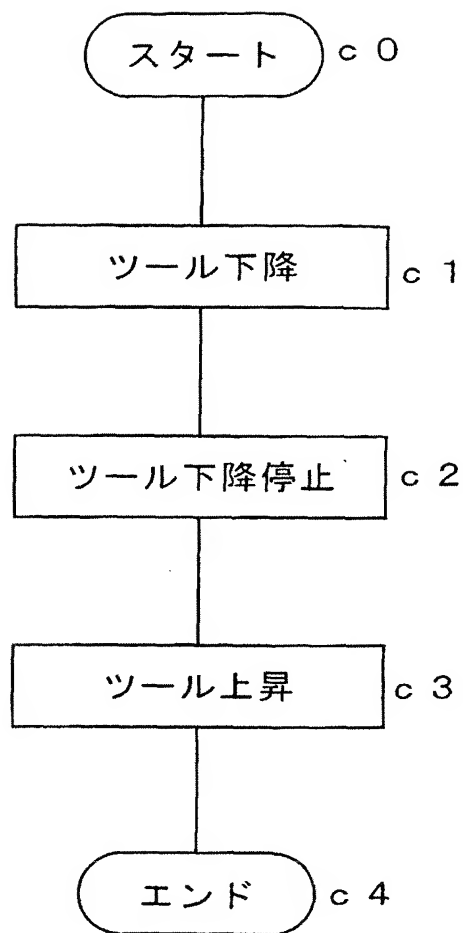
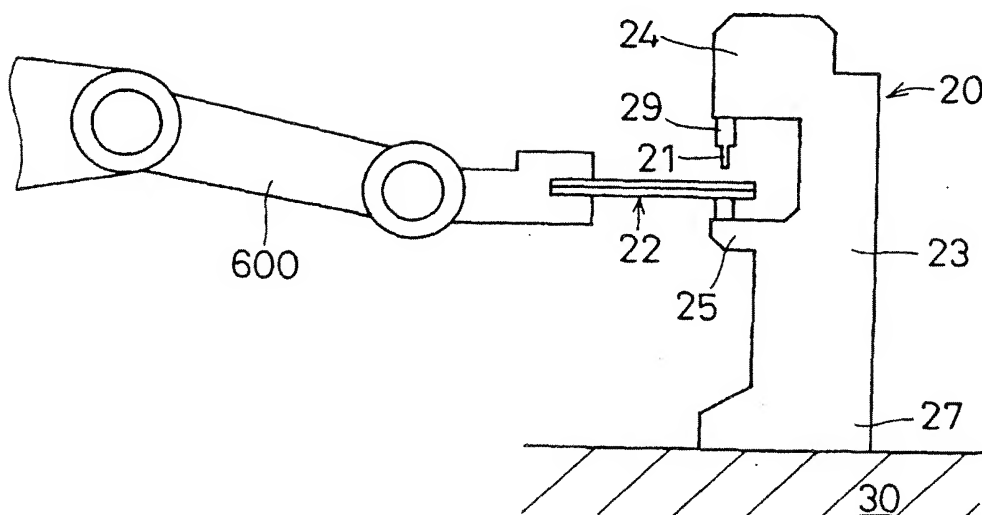


FIG. 9



9 / 23

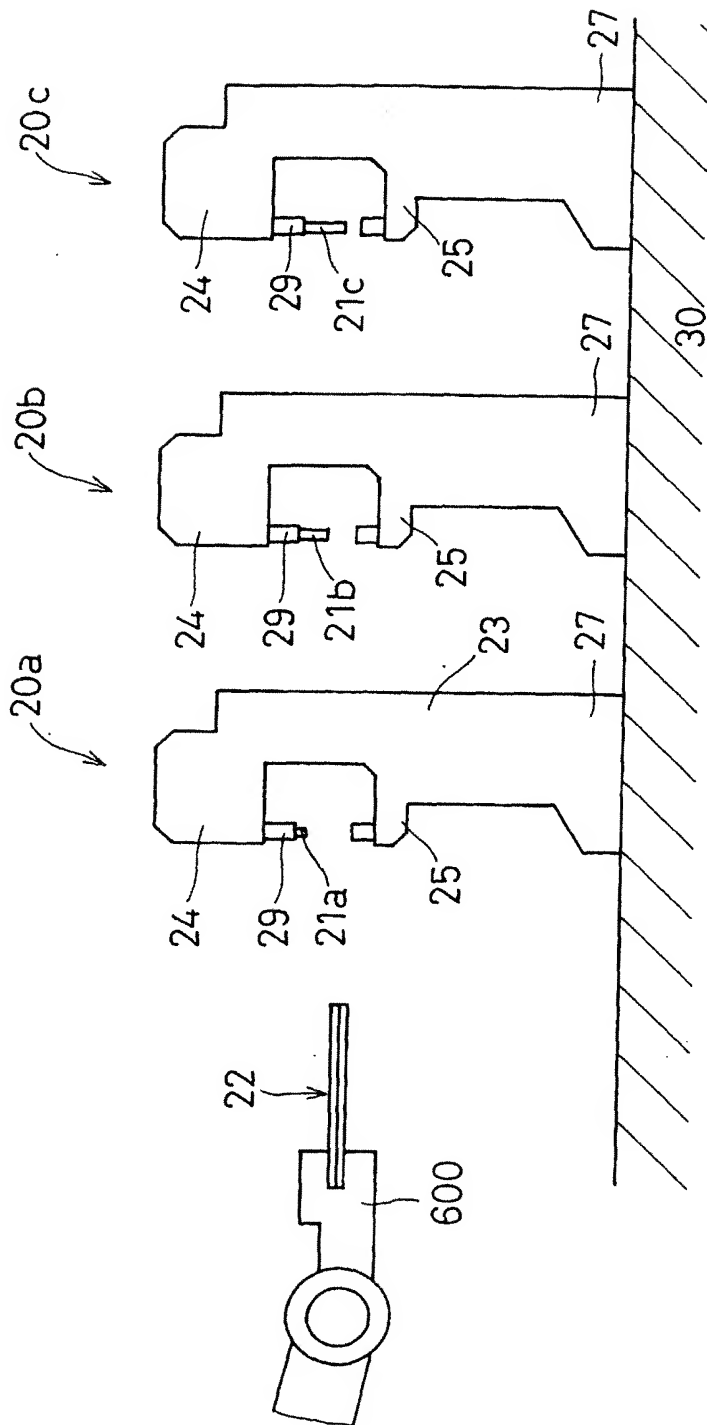


FIG. 10

11 / 23

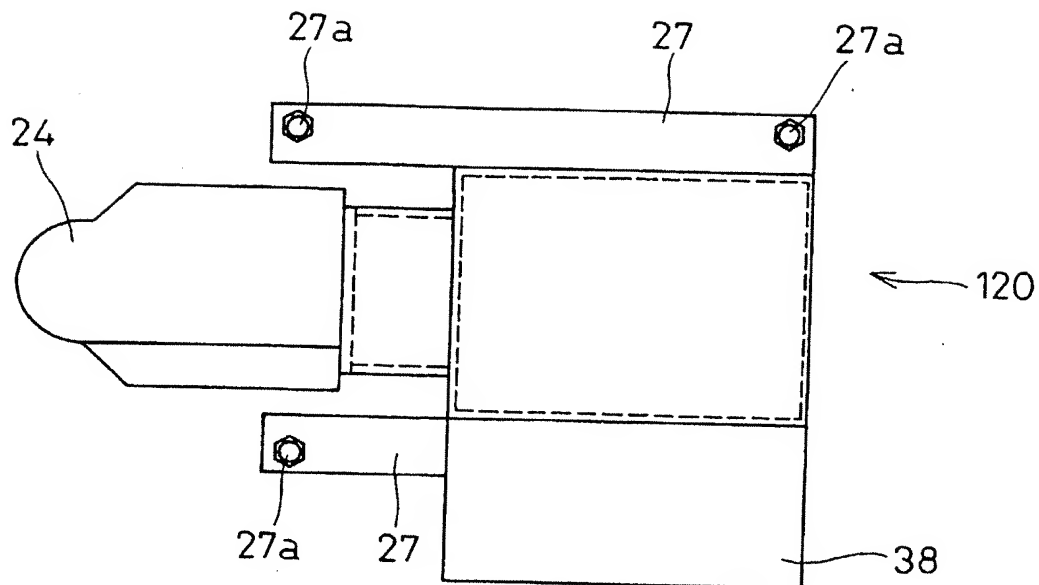
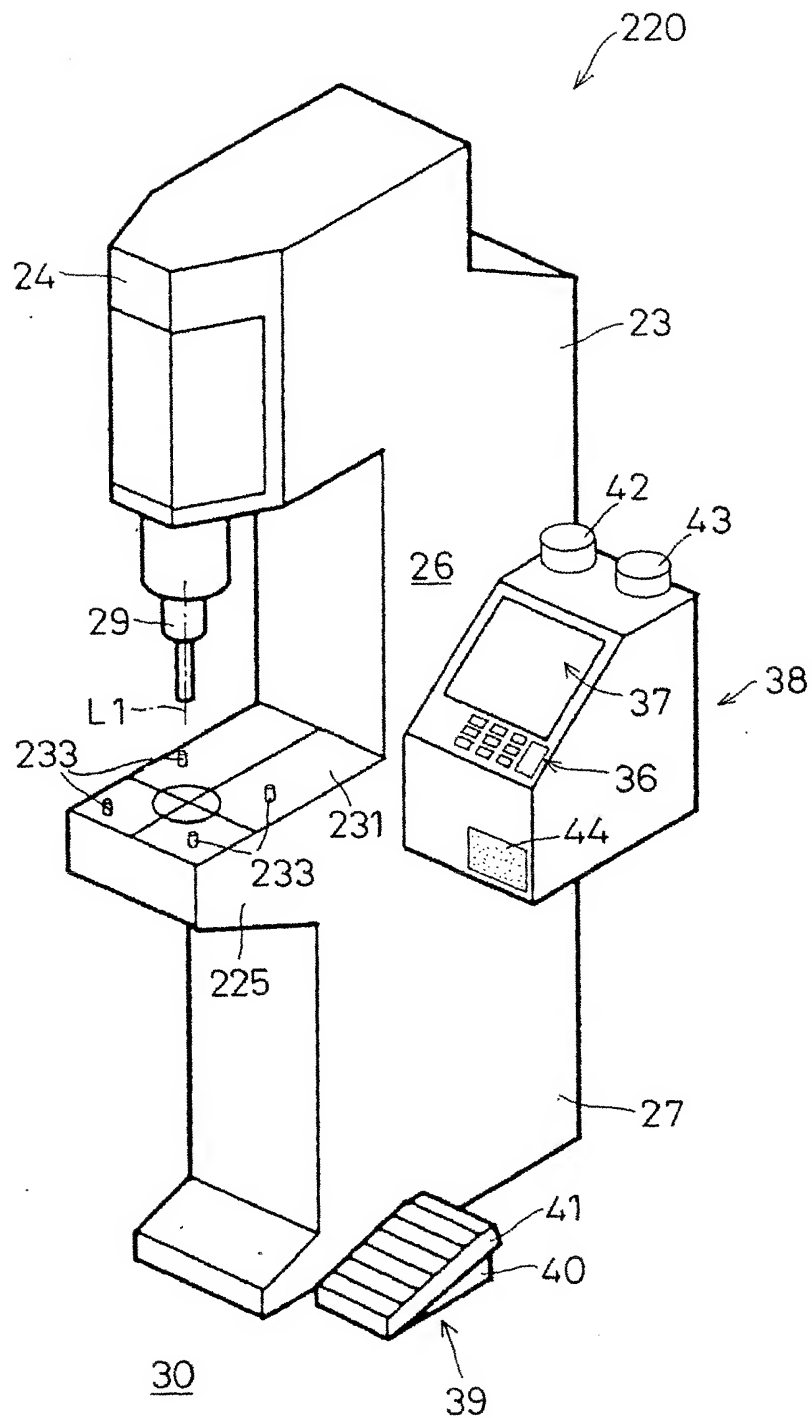


FIG. 12

12 / 23



13 / 23

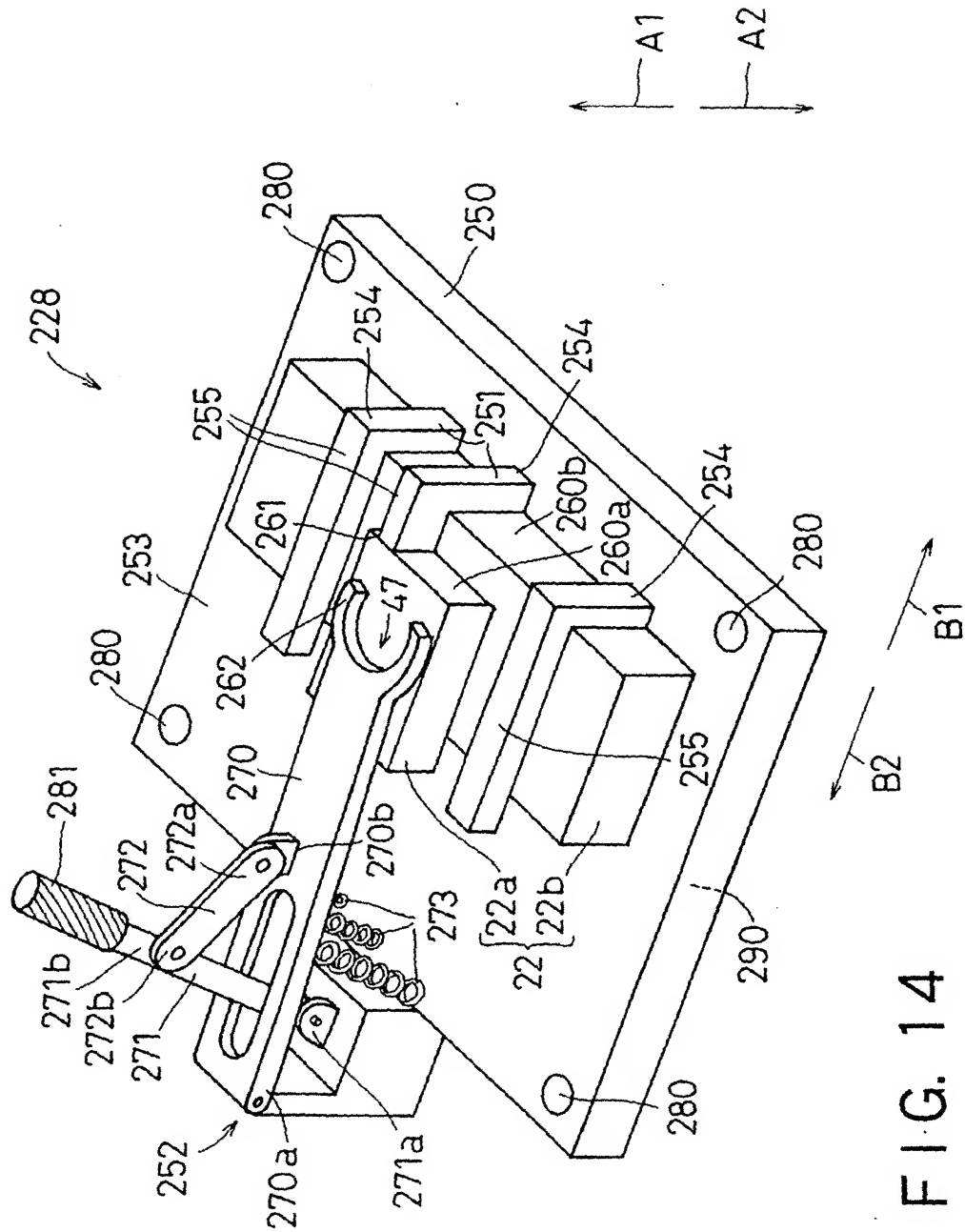
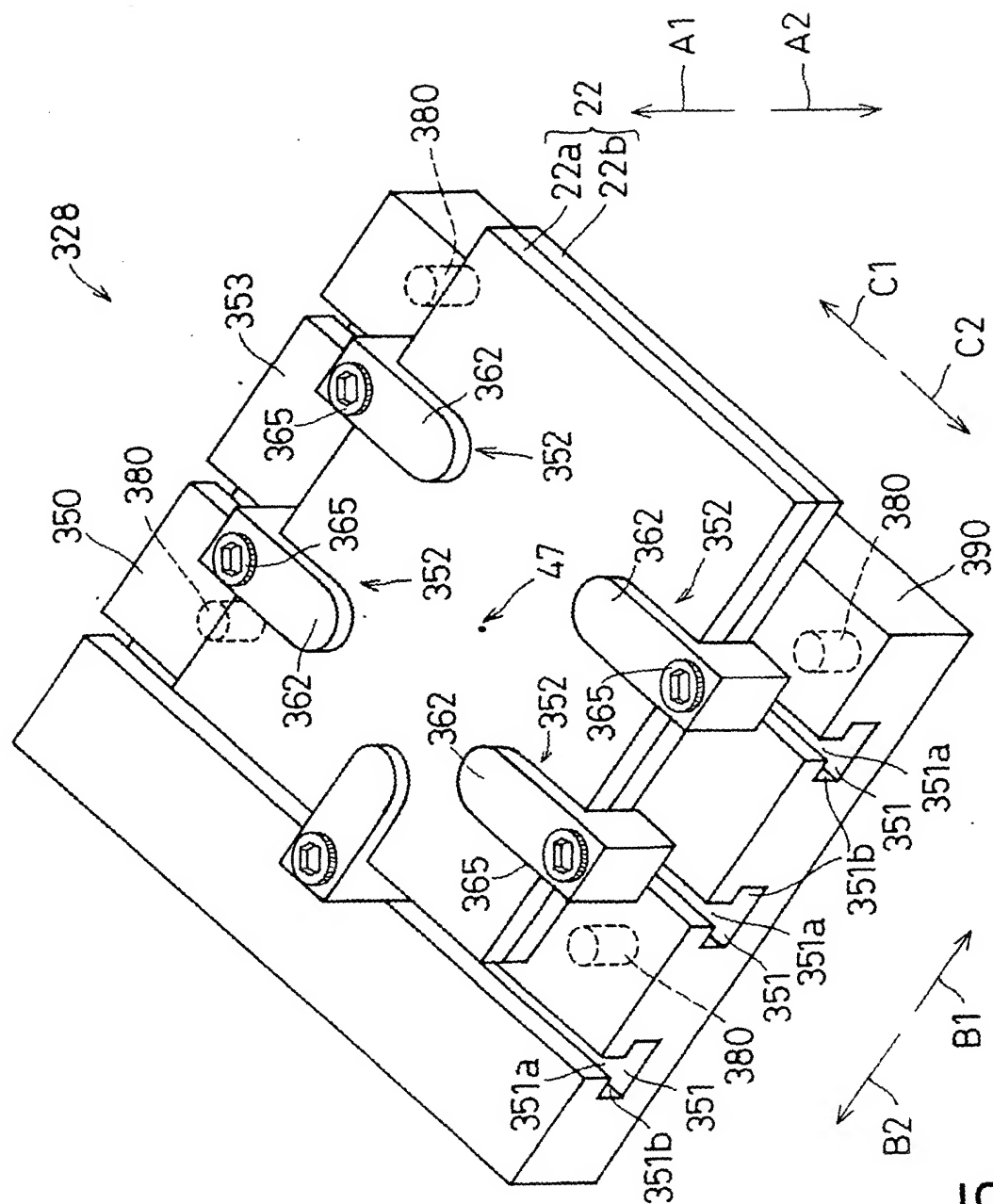


FIG. 14

14 / 23



15 / 23

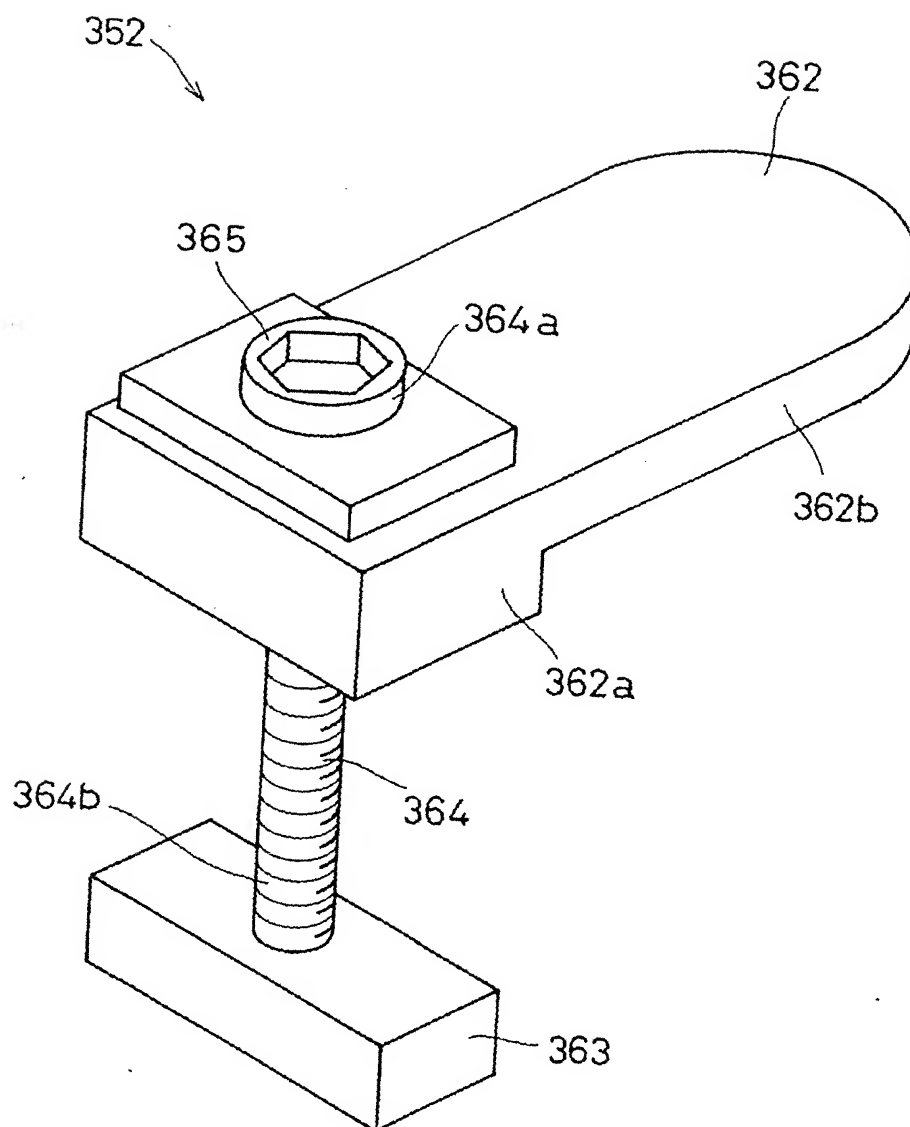


FIG. 16

16 / 23

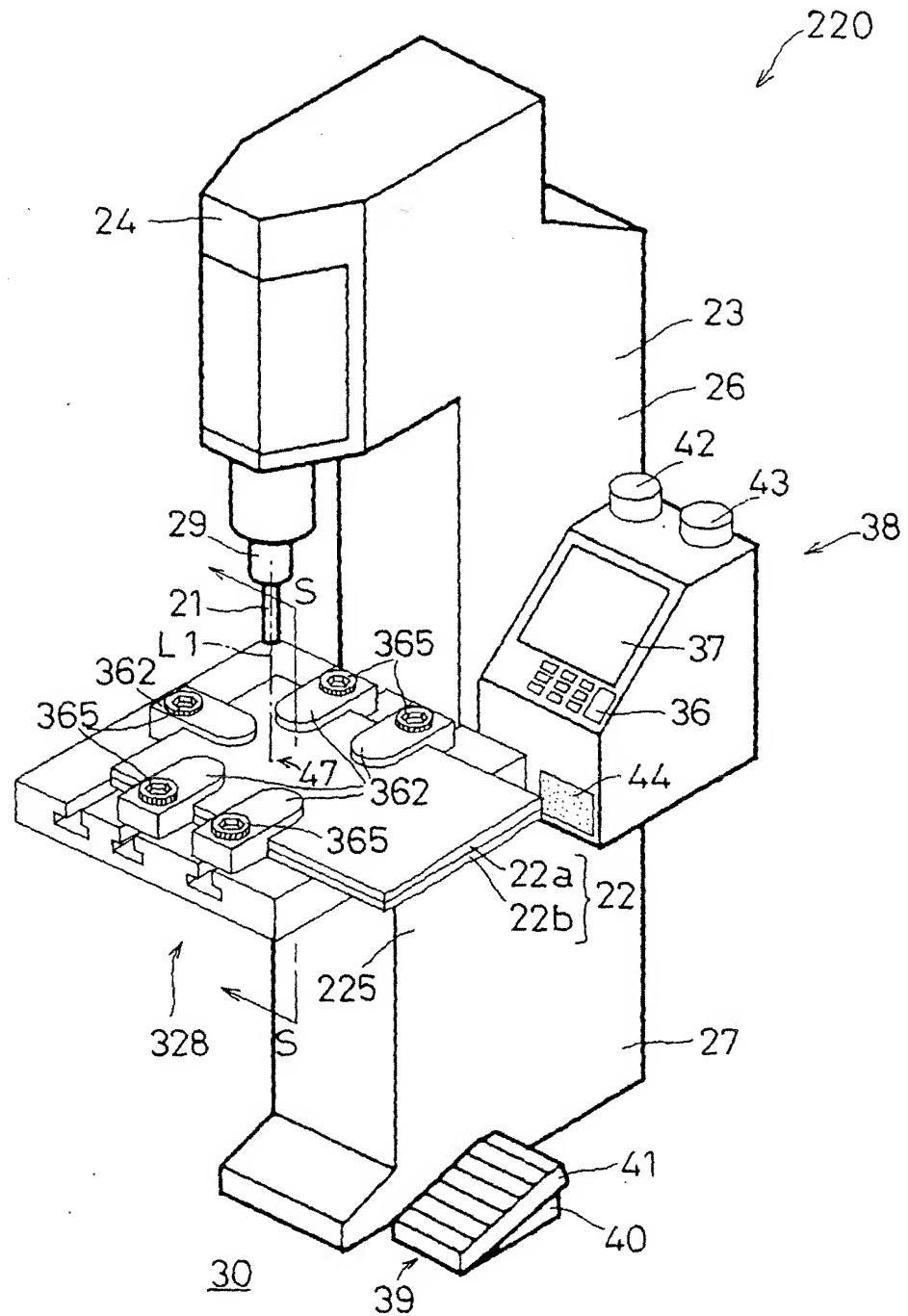


FIG. 17

17 / 23

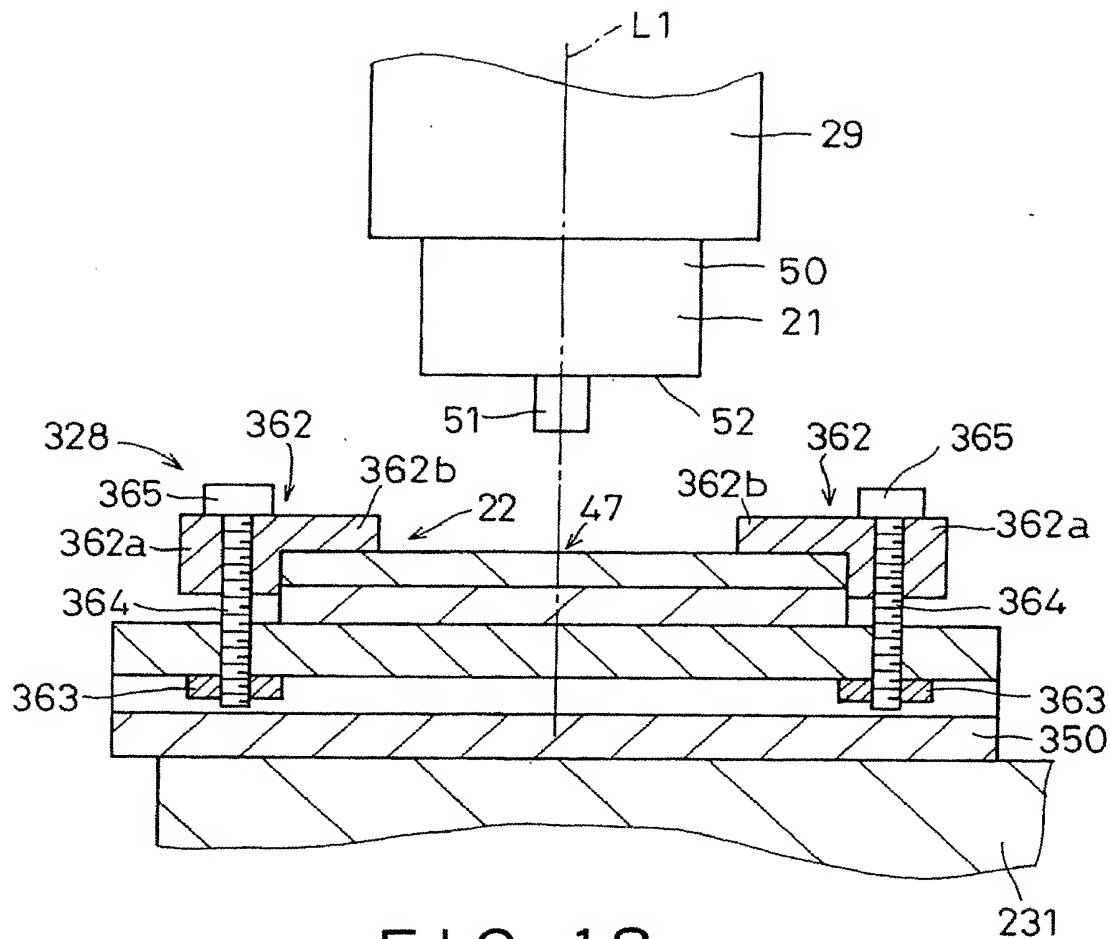


FIG. 18

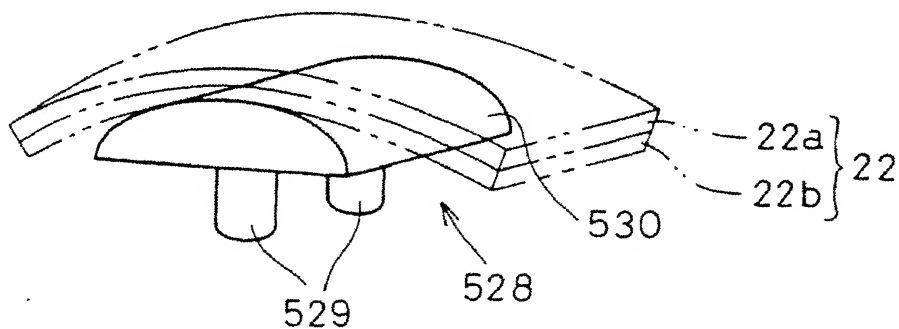


FIG. 19

18 / 23

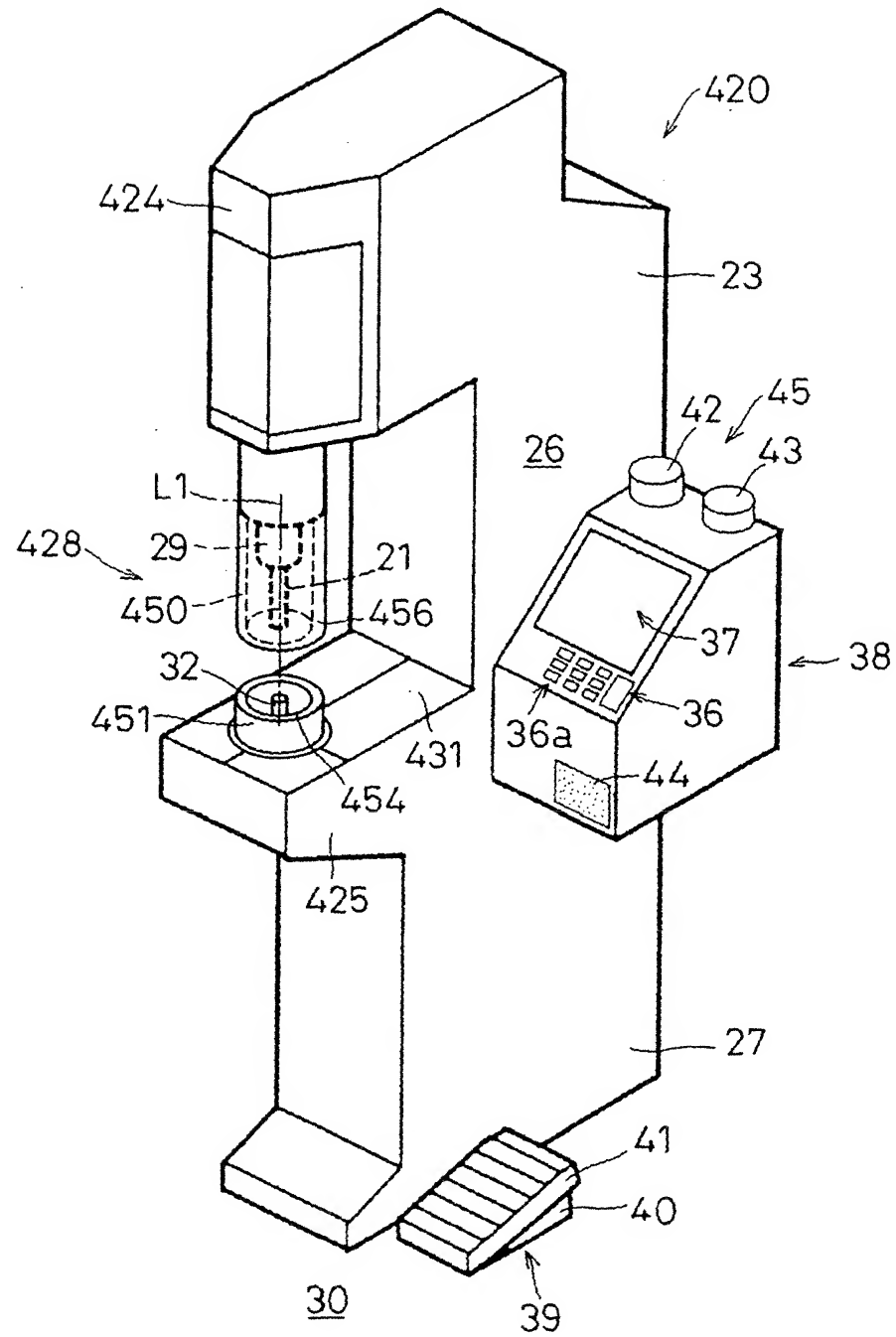
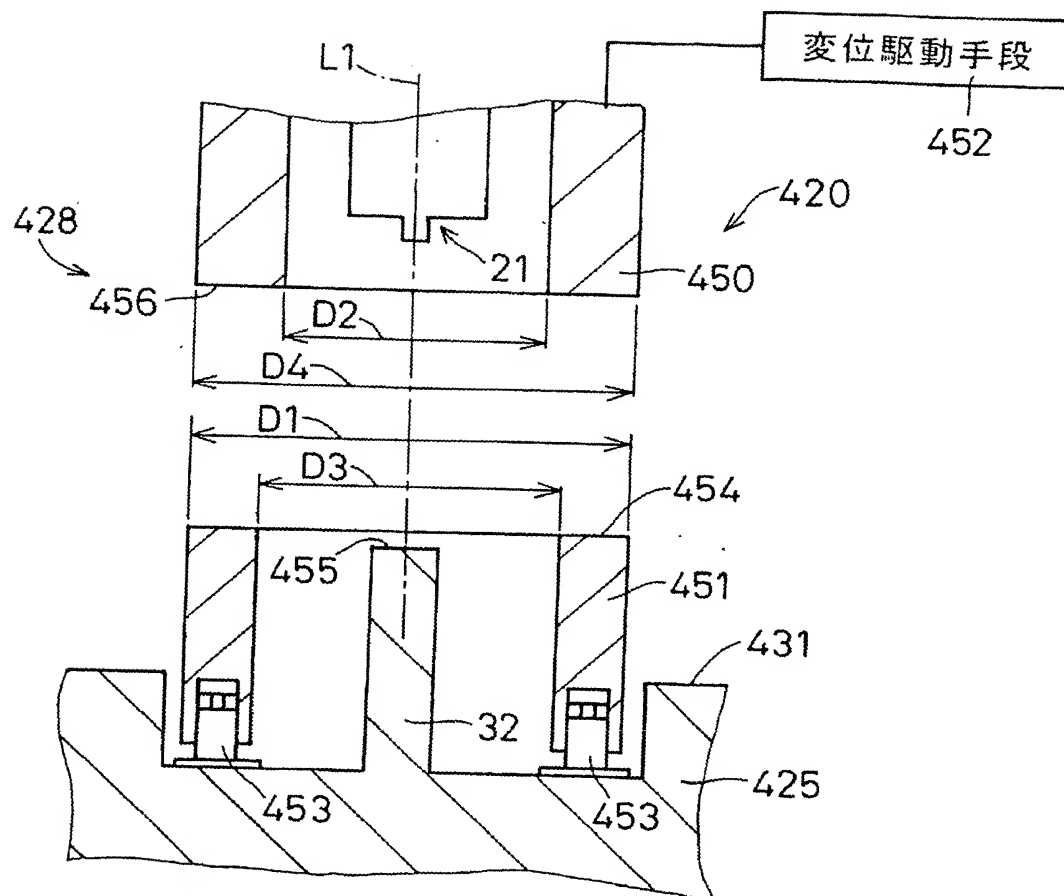


FIG. 20

19 / 23



20 / 23

FIG. 22A

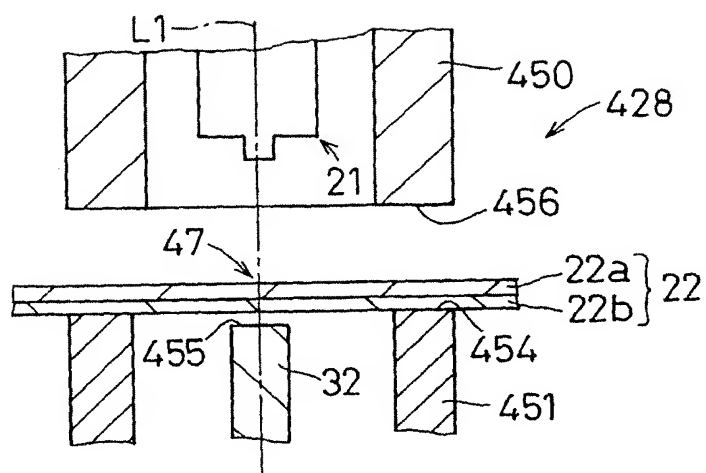


FIG. 22B

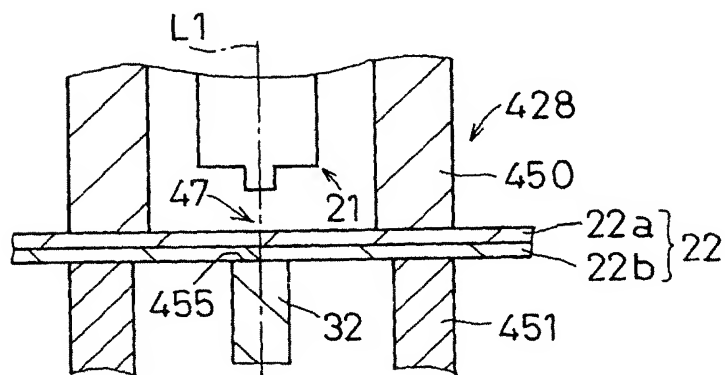
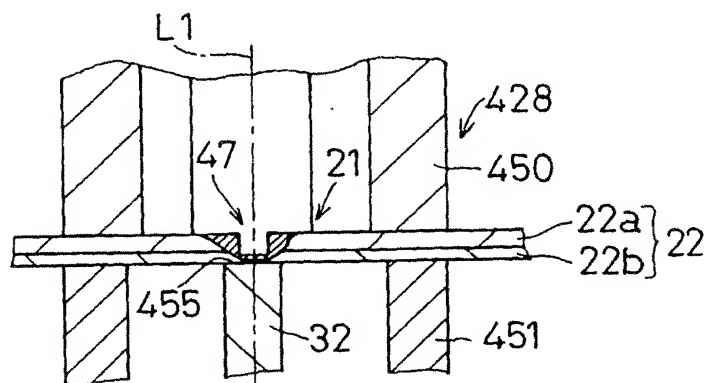


FIG. 22C



21 / 23

FIG. 23A

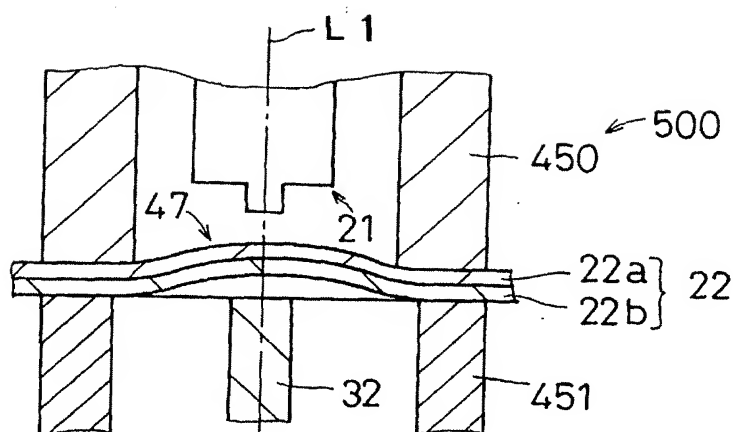
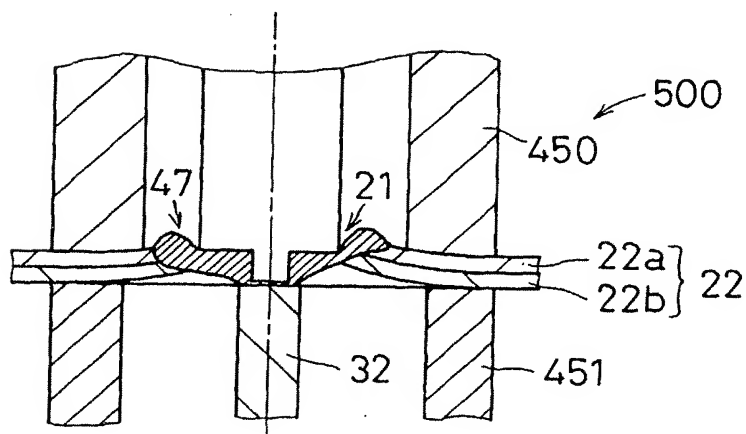


FIG. 23B



22 / 23

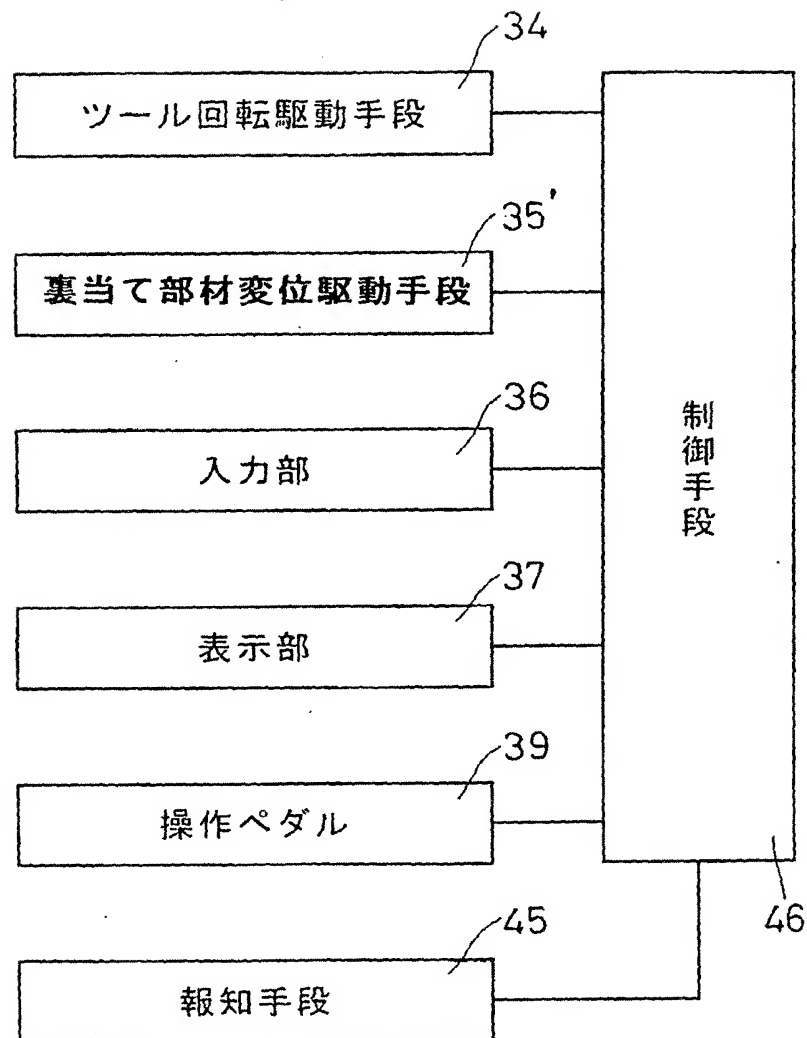


FIG. 24

23 / 23

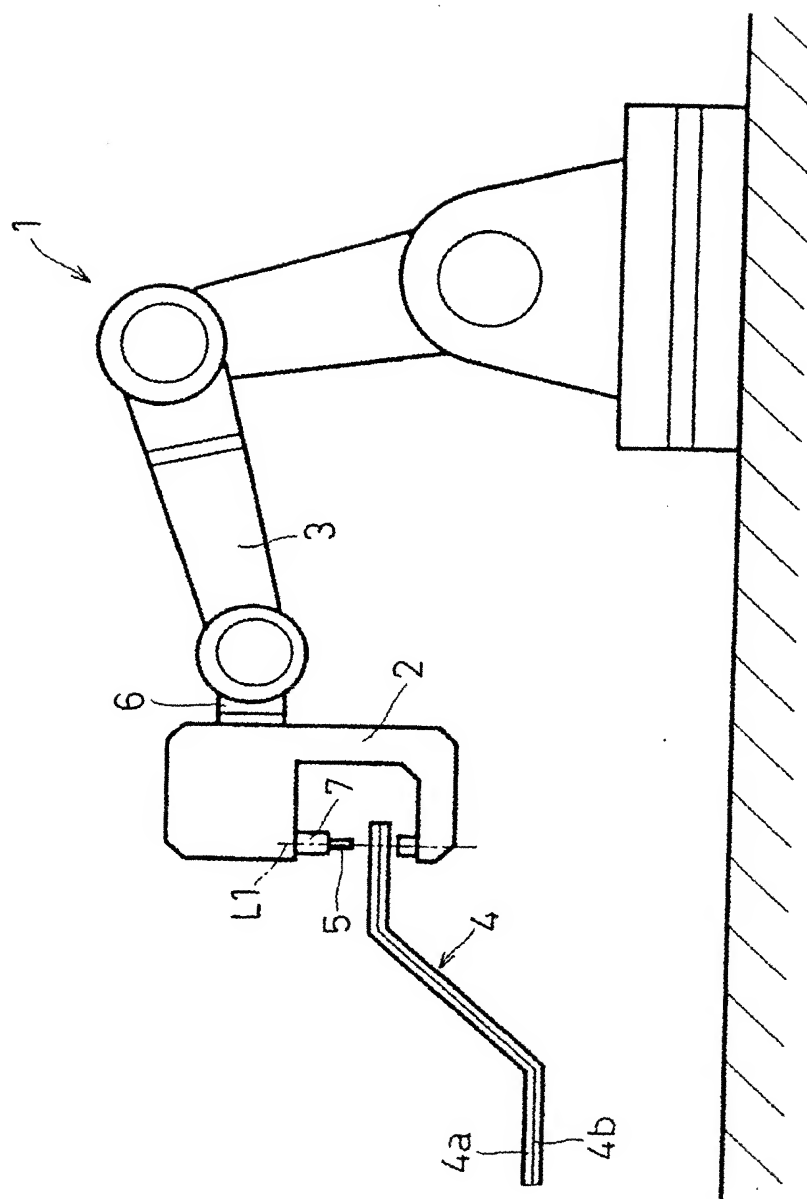


FIG. 25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10518

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B23K20/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ B23K20/12, B23K11/11

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>P, X</u> P, A	JP 2003-154472 A (Hitachi, Ltd.), 27 May, 2003 (27.05.03), Claims; detailed explanation of the invention; Par. Nos. [0018] to [0030]; all drawings (Family: none)	<u>1-5</u> 6-9
A	JP 11-254147 A (Tadashi SUZUKI), 21 September, 1999 (21.09.99), Claims; Fig. 1 (Family: none)	1-9
A	EP 1153694 A2 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA), 14 November, 2001 (14.11.01), Full text; all drawings & JP 2001-314982 A	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
25 November, 2003 (25.11.03)

Date of mailing of the international search report
16 December, 2003 (16.12.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B23K20/12

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B23K20/12, B23K11/11

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X P, A	JP 2003-154472 A (株式会社日立製作所) 2003. 05. 27, 特許請求の範囲、発明の詳細な説明【0018】-【0030】, 全図 (ファミリーなし)	1-5 6-9
A	JP 11-254147 A (鈴木 正) 1999. 09. 21, 特許請求の範囲, 第1図 (ファミリーなし)	1-9
A	EP 1153694 A2 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) 2001. 11. 14, 全文, 全図 & JP 2001-314982 A	1-9

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25. 11. 03

国際調査報告の発送日

16.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

加藤 昌人

3P

9257

電話番号 03-3581-1101 内線 3362